

Jurnal KULTIVASI

Khumairah, F.H. · F. Azwari · M.R. Setiawati · B.N. Fitriatin · T. Simarmata Viability test of halotolerant nitrogen--fixing rhizobacterial on different carrier composition and application dosage of nitrogen biofertilizer to increase rice growth on saline ecosystems	1-9
Fitrah, A.N. · N. Carsono · D. Ruswandi Perbandingan daya hasil dan toleransi naungan berbagai genotipe jagung Padjadjaran pada naungan eukaliptus	10-23
Manurung, G.P. · Kusumiyati · J.S. Hamdani Pengaruh interval penyiraman terhadap pertumbuhan dan adaptasi tiga bawang merah komersial	24-32
Adiwijaya, H.D. · I. Cartika · R.S. Basuki Penentuan kebutuhan air, pengaturan volume dan interval penyiraman untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan produksi bawang putih di dataran tinggi	33-41
Maftuchah · D.P. Rahayu · A. Zainudin · Sulistyawati · H. Sulistiyanto Potensi hasil dan nutrisi beberapa genotipe tanaman sorgum lokal Jawa Timur sebagai calon tetua persilangan	42-50
Herdiyantoro, D. · T. Simarmata · M.R. Setiawati · N. Nurlaeny · B. Joy · M. Arifin · J.S. Hamdani · I. Handayani Pemilihan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium untuk meningkatkan serapan kalium dan pertumbuhan tanaman jagung pada tanah Inceptisols	51-59
Mustikarini, E.D. · G.I. Prayoga · R. Santi · W.W. Murti Potensi hasil dan uji keseragaman famili F ₇ padi gogo tahan rebah hasil persilangan padi lokal bangsa x varietas unggul	60-68
Pernando, R.D. · D. Susilastuti · F.D. Rahmayanti · F.I. Lubis Pengaruh cuaca, musuh alami, dan persentase kerusakan buah terhadap populasi serangga penyerbuk kelapa sawit di tanah sulfat masam	69-74
Abubakar, H. · R. Melati · S. Soenarsih Penelitian pendahuluan pengaruh pupuk organik cair terhadap ukuran, warna, dan kandungan antosianin bunga telang	75-80
Halimursyadah · S. Hafsa · S.N. Nasution · Zuraida Pengaruh rizobakteri indigenous terhadap serangan penyakit budok, enzim peroksidase, dan pertumbuhan setek nilam Aceh	81-87
Hawari · B. Pujiasmanto · E. Triharyanto Morfologi dan kandungan flavonoid total bunga telang di berbagai ketinggian tempat tumbuh berbeda	88-96
Karo, B. · A.E. Marpaung · S. Barus · R.C. Hutabarat · R. Tarigan Peningkatan hasil tiga varietas bawang merah asal biji dengan pemanfaatan pupuk organik ikan di dataran tinggi basah	97-104
Khodijah, N.S. · R. Arisandi · H.M. Saputra · R. Santi Pertumbuhan dan hasil kangkung akuaponik dengan perlakuan berbagai jenis pupuk foliar dan padat tebar lele pada sistem Budikdamber lele-kangkung	105-112
Wicaksono, A.A. · D. Ustari · S. Pratiwi · S. Mubarak · A. Karuniawan Pengujian karakter hasil dan komponen hasil klon ubi jalar berdaging putih berdasarkan analisis multivariat	113-125

JURNAL **KULTIVASI**

Volume 21 Nomor 1 April 2021

ISSN: 1412-4718, eISSN: 2581-138x

PENASIHAT / ADVISOR

Ketua Peragi Komda Jawa Barat
Dekan Fakultas Pertanian

PENANGGUNG JAWAB

Kepala Departemen Budidaya Pertanian
Universitas Padjadjaran
Jajang Sauman Hamdani

DEWAN REDAKSI / EDITORIAL BOARD

Ketua/Editor in Chief

Tati Nurmala

Editor

Tati Nurmala, Fiky Yulianto Wicaksono, Muhamad Kadapi,
Yudithia Maxiselly (Unpad)
Tien Turmuktini (Unwim)
Yudhistira Nugraha, Trias Sitaresmi (BB Padi)
Bambang Pujiasmanto (UNS)
Asep Hidayat (ITB)

Reviewer

Yuyun Yuwariah, Syariful Mubarak,
Jajang Sauman Hamdani, Anne Nuraini, Mira Ariyanti,
Intan Ratna Dewi Anjarsari, Sumadi, Suseno Amien,
Santi Rosniawaty, Erni Suminar (Unpad)
Budi Waluyo (UB)
Devi Rusmin (Balitro)
Karlina Syahrudin (Balitser)
Hidayati Karamina (Unitri)
Rita Andini (Unsyiah)
Yugi R. Ahadiyat (Unsoed)
Yenny Asbur (UISU)
Estria Furry Pramudyawardani (BB Padi)

Proofreading Editor

Rahmat Budiarto

STAF TEKNIS (TECHNICAL STAFF)

Deden Junjunan
Sugeng Praptono

DIKELOLA OLEH / MANAGED BY :

Departemen Budidaya Pertanian Faperta Unpad
dan Peragi Komda Jabar

DITERBITKAN OLEH / PUBLISHED BY :

Unpad Press

Terbit Tiga Kali Setahun

Setiap Bulan April, Agustus, dan Desember

ALAMAT REDAKSI & PENERBIT / EDITORIAL & PUBLISHER'S

ADDRESS

"KULTIVASI"

Departemen Budidaya Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Gedung Budidaya Pertanian Lt. 3
Jl. Raya Jatinangor Km 21
Ujungberung Bandung - 40600
Telp. (022) 7796320
Website : jurnal.unpad.ac.id/kultivasi
Email: jurnal.kultivasi@unpad.ac.id

PENGANTAR REDAKSI

Volume 21 ini diawali oleh kami dengan beberapa kejutan besar untuk para pembaca, diantaranya adalah memuat lebih banyak artikel daripada tahun-tahun sebelumnya. Tahun ini kami memuat kurang lebih 14 artikel per nomor, mengingat antusiasme para penulis dalam memasukkan artikelnya ke jurnal Kultivasi. Banyaknya antrian artikel membuat kami menambah jumlah artikel yang terbit. Nomor ini diawali dengan beberapa pembahasan yang menarik, diantaranya adalah mengenai kualitas bunga telang, baik secara alami di habitatnya maupun yang telah diberi sentuhan rekayasa teknologi. Beberapa materi yang lain merupakan materi yang masih hangat dibahas oleh para peneliti, seperti keberadaan dan peranan dari mikroorganisme yang menguntungkan tanaman, plasmanutfah dan hibridisasi, serta adaptasi beberapa tanaman untuk mengatasi cekaman. Tak henti-hentinya kami mengucapkan terimakasih pada para penulis, editor, juga reviewer yang telah bekerja keras untuk menyajikan artikel yang berkualitas dan terbit tepat waktu. Dukung terus kami dengan berpartisipasi memajukan jurnal ini, baik sebagai penulis, editor, reviewer, maupun pembaca.

Bandung, 15 April 2022

Tim editor

PETUNJUK PENULISAN NASKAH UNTUK JURNALKULTIVASI

Penulisan menggunakan struktur sebagai berikut:

Judul

Judul tidak boleh lebih dari 20 kata. Judul ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris

Abstract

Artikel harus memuat abstract yang dituliskan dalam bahasa Inggris dengan format tulisan sebagai berikut, huruf Book Antiqua 10 point dan 25 mm margin kanan dan kiri. Abstract merupakan paragraf tunggal dan bukan merupakan bagian dari teks utama. Isi Abstract diharuskan memuat dasar pemikiran, bahan, metoda dan informasi yang penting dari hasil penelitian dengan tanpa menyertakan nomor table, gambar dan atau formula-formula matematika yang bukan hasil dari penelitian. Selain itu, diupayakan untuk membuat kesimpulan utama sehingga manfaat dari penelitian dapat dimunculkan pada abstract ini. Saran-saran pun dapat dimuat dalam abstract namun harus mempertimbangkan jumlah kata yang tidak boleh melebihi dari 250 kata.

Keywords: kata kunci(1), kata kunci(2), kata kunci(3), kata kunci(n). Maksimum 5 kata kunci, dituliskan dalam bahasa Inggris

Sari. Artikel harus memuat sari yang dituliskan dalam bahasa Indonesia dengan format tulisan seperti pada abstract. Isi sari memuat informasi yang sama dengan abstract.

Kata kunci: kata kunci(1), kata kunci(2), kata kunci(3), kata kunci(n). Maksimum 5 kata kunci, dituliskan dalam bahasa Indonesia

Pendahuluan

Format tulisan menggunakan huruf Book Antiqua ukuran 10 point, spasi tunggal dan format paragraf menggunakan rata kiri dan kanan (*justified*). Bagian pendahuluan memuat latar belakang, tujuan dan maksud penelitian, serta hipotesis yang dibangun. Penulis dapat menuliskan dan mendeskripsikan telaahan tulisan-tulisan terkini yang menjadi dasar pemikiran penelitiannya, sehingga kontribusi penelitiannya dapat terungkap dengan metoda pilihan peneliti pada latar

belakang. Tujuan dan maksud penelitian harus dibahas dengan jelas. Penyusunan hipotesis harus sesuai dengan permasalahan yang akan diteliti

Bahan dan Metode

Bahan dan Metode diperlukan dalam penulisan manuskrip hasil riset. Format tulisan menggunakan huruf Book Antiqua ukuran 10 point, spasi tunggal dan format paragraf menggunakan rata kiri dan kanan (*justified*). Penulisan persamaan atau formula matematika disarankan menggunakan Microsoft Equation yang tersedia pada Microsoft Word.

Bahan dan Metode berisi penjelasan mengenai bahan-bahan dan alat-alat yang digunakan, waktu, tempat, teknik dan rancangan percobaan serta analisis statistika. Bahan penelitian dituliskan secara singkat yang hanya memuat bahan utama dari penelitian, sedangkan metoda penelitian dapat ditulis lebih terperinci. Jika metode yang digunakan sudah diketahui sebelumnya maka pustakanya harus dicantumkan.

Hasil dan Pembahasan

Format tulisan menggunakan huruf Book Antiqua ukuran 10 point, spasi tunggal dan format paragraf menggunakan rata kiri dan kanan (*justified*). Pembahasan merupakan tinjauan hasil penelitian secara singkat dan jelas serta merujuk pada tinjauan pustaka terkait.

Hasil dan Pembahasan untuk artikel hasil penelitian diuraikan secara singkat dibantu dengan tabel atau grafik/gambar yang informatif, sementara untuk telaahan literatur (*article review*) mengembangkan pemikiran berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah dilaksanakan sebelumnya. Judul tabel atau gambar ditulis tebal (*bold*). Judul tabel ditulis sebelum tabel sementara judul gambar ditulis setelah gambar. Keterangan Tabel atau Gambar ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris dengan huruf Book Antiqua ukuran 9 point. Keterangan dalam bahasa Inggris ditulis dengan huruf miring (*italic*). Tabel atau gambar diberi nomor dan dituliskan secara berurut.

Sitasi menggunakan *Harvard style* dengan contoh sebagai berikut: author1, 2002; author2, 2004; author3, 2008. Referensi dengan penulis yang sama menggunakan huruf a, b, c, dengan mengurutkan sesuai tahun terbitnya.

Contoh penulisan Tabel:

Tabel 1. Pengaruh berbagai kombinasi zat retardan terhadap bobot ubi mikro yang terbentuk.

Perlakuan	Bobot Ubi Mikro (g)
A	0,033 a
B	0,021 ab
C	0,009 bc
D	0,005 c
E	0,011 bc
F	0,011 bc
G	0,013 bc
H	0,013 bc
I	0,012 bc
J	0,012 bc
K	0,011 bc
L	0,004 c

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang dan pada kolom yang samamenunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5 %.

Contoh pencantuman gambar:



Gambar 4. Preparasi perlakuan pada cawan petri.

Kesimpulan

Kesimpulan merupakan keputusan dari penelitian yang dilakukan dan saran tindak lanjut untuk bahan pengembangan penelitian selanjutnya. Format tulisan menggunakan huruf Book Antiqua ukuran 10 point, spasi tunggal dan format paragraf menggunakan rata kiri dan kanan (*justified*).

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada sponsor ataupun pihak-pihak yang mendukung penelitian secara singkat. Format tulisan menggunakan huruf Book Antiqua ukuran 10 point, spasi tunggal dan format paragraf menggunakan rata kiri dan kanan (*justified*).

Daftar Pustaka

Minimal terdapat 10 buah referensi. Daftar Pustaka mencantumkan semua pustaka terkait berikut semua keterangan yang lazim dengan tujuan memudahkan penelusuran bagi pembaca yang mem-butuhkan. Hanya mencantumkan pustaka yang sudah diterbitkan baik berupa textbook ataupun artikel ilmiah. Menggunakan sistem penulisan nama penulis artikel yang berlaku internasional (nama belakang sebagai entri meskipun nama tersebut bukan menunjukan nama keluarga).

Format penulisan buku: Nama Belakang Pengarang, Inisial tahun terbit, Judul buku (setiap huruf awal pada kata ditulis menggunakan huruf kapital, kecuali kata sambung/kata depan; Edisi jika edisinya lebih dari satu), Tempat diterbitkan, Penerbit.

Format penulisan Artikel/Jurnal: Nama belakang pengarang, inisial Tahun Publikasi, Judul artikel (hanya huruf di awal judul yang menggunakan huruf kapital, kecuali pada nama tempat, varietas, dan orang). Nama jurnal menggunakan, Nomor volume (ditulis vol.) (nomor jurnal dalam volume): Nomor halaman

Contoh penulisan pustaka berupa buku:

Gunawan, L.W. 1995. Teknik Kultur In Vitro dalam Hortikultura. Penebar Swadaya. Jakarta.

Contoh penulisan pustaka berupa artikel jurnal:

Huang, S.Q., Bin, J.H., Li, Z.P. 2002. Effects of methyl jasmonate and ABA on the growth of root and hypocotyls of peanut seedling. J. Plant Physiol. Mol. Biol. (28): 351-356.

Hoque, M. E. 2010. In vitro tuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.). POJ, 3(1): 7-11.

DAFTAR ISI

Khumairah, F.H. · F. Azwari · M.R. Setiawati · B.N. Fitriatin · T. Simarmata Viability test of halotolerant nitrogen--fixing rhizobacterial on different carrier composition and application dosage of nitrogen biofertilizer to increase rice growth on saline ecosystems	1-9
Fitrah, A.N. · N. Carsono · D. Ruswandi Perbandingan daya hasil dan toleransi naungan berbagai genotipe jagung Padjadjaran pada naungan eukaliptus	10-22
Manurung, G.P. · Kusumiyati · J.S. Hamdani Pengaruh interval penyiraman terhadap pertumbuhan dan adaptasi tiga bawang merah komersial	24-32
Adiwijaya, H.D. · I. Cartika · R.S. Basuki Penentuan kebutuhan air, pengaturan volume dan interval penyiraman untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan produksi bawang putih di dataran tinggi	33-41
Maftuchah · D.P. Rahayu · A. Zainudin · Sulistyawati · H. Sulistiyanto Potensi hasil dan nutrisi beberapa genotipe tanaman sorgum lokal Jawa Timur sebagai calon tetua persilangan	42-50
Herdiyantoro, D. · T. Simarmata · M.R. Setiawati · N. Nurlaeny · B. Joy · M. Arifin · J.S. Hamdani · I. Handayani Pemilihan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium untuk meningkatkan serapan kalium dan pertumbuhan tanaman jagung pada tanah Inceptisols	51-59
Mustikarini, E.D. · G.I. Prayoga · R. Santi · W.W. Murti Potensi hasil dan uji keseragaman famili F ₇ padi gogo tahan rebah hasil persilangan padi lokal bangka x varietas unggul	60-68
Pernando, R.D. · D. Susilastuti · F.D. Rahmayanti · F.I. Lubis Pengaruh cuaca, musuh alami, dan persentase kerusakan buah terhadap populasi serangga penyerbuk kelapa sawit di tanah sulfat masam	69-74
Abubakar, H. · R. Melati · S. Soenarsih Penelitian pendahuluan pengaruh pupuk organik cair terhadap ukuran, warna, dan kandungan antosianin bunga telang	75-80
Halimursyadah · S. Hafsah · S.N. Nasution · Zuraida Pengaruh rizobakteri indigenous terhadap serangan penyakit budok, enzim peroksidase, dan pertumbuhan setek nilam Aceh	81-87
Hawari · B. Pujiasmanto · E. Triharyanto Morfologi dan kandungan flavonoid total bunga telang di berbagai ketinggian tempat tumbuh berbeda	88-96
Karo, B. · A.E. Marpaung · S. Barus · R.C. Hutabarat · R. Tarigan Peningkatan hasil tiga varietas bawang merah asal biji dengan pemanfaatan pupuk organik ikan di dataran tinggi basah	97-104
Khodijah, N.S. · R. Arisandi · H.M. Saputra · R. Santi Pertumbuhan dan hasil kangkung akuaponik dengan perlakuan berbagai jenis pupuk foliar dan padat tebar lele pada sistem Budikdamber lele-kangkung	105-112
Wicaksono, A.A. · D. Ustari · S. Pratiwi · S. Mubarak · A. Karuniawan Pengujian karakter hasil dan komponen hasil klon ubi jalar berdaging putih berdasarkan analisis multivariat	113-125

Khumairah, F.H. · F. Azwari · M.R. Setiawati · B.N. Fitriatin · T. Simarmata

Viability test of halotolerant nitrogen-fixing rhizobacterial on different carrier composition and application dosage of nitrogen biofertilizer to increase rice growth on saline ecosystems

Abstract. The use of saline soils as productive agricultural land poses major challenges. The utilization of nitrogen biofertilizer with halotolerant N-fixing rhizobacteria as the active material at the right dosage can increase soil productivity and support plant growth. The aim of this study was to obtain the composition of the carrier material that can maintain rhizobacteria viability, water content, and pH of nitrogen biofertilizer and to obtain the right dosage to increase the growth of rice plants in saline ecosystems. The research location was at Microbiology Laboratory of CV Bintang Asri Arthaulay, Bandung and greenhouse of Jayamukti Village, Banyusari District, Karawang Regency from February to November 2020 used completely randomized design. The viability test consisted of nine treatments, while the application dosage test consisted of 13 treatments and repeated three times. The results showed that the H carrier composition of carrier material H (50% peat + 17,5% compost + 17,5% biochar + 5% dolomite + 5% guano + 5% nutrition) was able to maintain high viability of halotolerant N-fixing rhizobacteria compared to other treatments (10.22×10^7 CFU mL⁻¹). Water content (34,50%) and pH level (7.9) in the composition H also meet the quality standard requirements of the biofertilizer, respectively. Nitrogen biofertilizer with H carrier composition of carrier material H at a dosage of 1500 g/ha applied to seeds and nursery can increase the height and biomass of rice plants grown under saline conditions. Further research is needed on the application of nitrogen biofertilizers in saline soils that can increase the effectiveness of N fertilization.

Keywords: Carrier · Rhizobacteria · Rice · Saline ecosystem · Viability

Uji viabilitas rhizobakteri penambat nitrogen halotoleran pada komposisi media pembawa yang berbeda dan dosis aplikasi pupuk hayati nitrogen untuk meningkatkan pertumbuhan padi pada ekosistem salin

Sari. Penggunaan tanah salin sebagai lahan pertanian produktif memiliki tantangan yang besar. Pemanfaatan pupuk hayati nitrogen dengan rhizobakteri penambat N halotoleran sebagai bahan aktifnya pada dosis yang tepat dapat meningkatkan produktivitas tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman padi. Penelitian bertujuan mendapatkan komposisi bahan pembawa yang dapat mempertahankan viabilitas rhizobakteri, kadar air, dan pH pupuk hayati nitrogen serta mendapatkan dosis yang tepat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman padi pada ekosistem salin. Lokasi penelitian di Laboratorium Mikrobiologi CV Bintang Asri Arthaulay Bandung dan rumah kaca Desa Jayamukti, Kecamatan Banyusari, Kabupaten Karawang sejak bulan Februari sampai November 2020. Metode percobaan menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap. Uji viabilitas terdiri dari sembilan perlakuan, sedangkan uji dosis aplikasi pupuk hayati terdiri dari 13 perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Hasil menunjukkan bahwa komposisi bahan pembawa H (Gambut 50% + kompos 17,5% + biochar 17,5% + dolomit 5% + guano 5% + nutrisi 5%) mampu mempertahankan viabilitas rhizobakteri penambat N halotoleran yang tinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu sebesar 10.22×10^7 CFU/mL. Kadar air dan pH level pada komposisi H juga memenuhi syarat baku mutu pupuk hayati yaitu sebesar 34,50% dan 7,9. Pupuk hayati dengan komposisi bahan pembawa H dengan dosis 1500 g/ha yang diaplikasikan pada benih dan persemaian mampu meningkatkan tinggi dan biomassa tanaman padi yang ditanam pada kondisi salin. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi pupuk hayati N di tanah salin yang dapat meningkatkan efektivitas pemupukan N.

Kata kunci: Bahan pembawa · Ekosistem salin · Padi · Rhizobakteria · Viabilitas

Diterima : 13 April 2021, Disetujui : 14 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022

DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.33068](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.33068)

Khumairah, F.H.^{1,2} · M R Setiawati³ · B N Fitriatin³ · T Simarmata³

¹ Department of Agricultural Management, Polytechnic of Agriculture Samarinda, Jl. Samratulangi, Sei Keledang, Kota Samarinda, 75242, East Kalimantan, Indonesia

² Doctoral Student of Agricultural Science Study Program, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, 45363, West Java, Indonesia University

³ Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University Universitas of Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, 45363, West Java, Indonesia

Correspondence: fiqriahhanum@gmail.com

Introduction

The use of saline soil in the context of land extensification to overcome the high rate of conversion of agricultural land to non-agricultural areas such as industrial or residential areas can be done but has its own challenges. Saline soil is a soil that contains a high sodium (Na) which is that is higher above the than critical or tolerance threshold (Rachman *et al.*, 2018).

In rice plants (*Oryza sativa* L.), high salinity can be the main cause of decreased productivity (Marwanto *et al.*, 2009). Plants ability to absorb water and nutrients is reduced due to poisoning to old leaves resulted in the early aging of young leaves and a reduction of leaf area which functions in the photosynthetic process (Munns and Tester, 20082). Changes in the nitrogen cycle and N uptake of rice plants also affect the low productivity of rice in saline soils. On the other hand, the N element plays a very important role in the growth of rice plants, namely to stimulate vegetative growth (stems and leaves), increase the number of tillers, and increase the number of seeds per hill (Damanik *et al.*, 2009).

One of the efforts to deal with this problem is the use of biofertilizers containing halotolerant nitrogen fixing rhizobacteria where these nitrogen-fixing bacteria are non simbyotic, located in plant root areas and tolerant to high salinity, hereinafter we call it as nitrogen biofertilizer. Nitrogen biofertilizer is a biological fertilizer that contains a large amount or a group of specific N-fixing microorganisms which are useful for increasing soil productivity by fixing nitrogen in the atmosphere and converting unavailable soil N into available forms to be absorbed by plants (Simarmata *et al.*, 2017).

The viability of rhizobacteria that is well maintained during storage is the key to the quality of biofertilizer, one of the crucial factors is the carrier material. The carrier material must be able to maintain a high viability and effectiveness of the inoculant (Putri *et al.*, 2010). The growth and viability of microorganisms during the storage period are determined by the type of carrier (Ferreira and Castro, 2005). The carrier material must also have a high ability to hold water and maintain pH during the storage period in order to make it easier for the bacteria inside to exchange gases, especially oxygen to survive (Abd El-Fattah *et al.*, 2013). Apart from its ability

to maintain microbial viability, carriers are expected to be cheap, easy to obtain, easy to handle, high in organic matter and non-toxic (Prihastuti, 2012).

Carrier material is a temporary habitat medium for microbes before being applied to the soil, both in solid and liquid form (Setiawati *et al.*, 2017). Solid carriers can consist of a variety of materials, for example peat, compost, biochar, dolomite and guano. Peat and compost (humic materials) are commonly used as a mixture of biofertilizer carriers because they have high pore space, nutrient content and cation exchange capacity (Santi and Goenadi, 2010). The use of biochar as a carrier is proven to have a high water holding capacity which allows the carrier material to maintain moisture, thereby creating an environmental carrying capacity for bacterial cell proliferation (Saito and Marumoto, 2002). The results of Suryantini's research (20162017) also revealed that the use of peat, bokashi and their combination with dolomite and charcoal provides high viability of the P solubilizing bacteria population (*Pseudomonas* sp.) and can increase soybean crop yields. Guano comes from bat or bird droppings that contain Carbon (C) minerals, which are rich in Nitrogen (N), Phosphate (PO₄) and urea from digestive waste that accumulate and settle on the cave floor. These can be used by rhizobacteria as food reserves during the biofertilizer storage period (Bird *et al.*, 2007). Nutrients in the form of Ashby's and Okon growth media are useful as additional food ingredients for halotolerant N-fixing rhizobacteria in biofertilizer. Ashby's and Okon media are nitrogen-free selective media widely used to isolate nitrogen fixing bacteria (Setiawati *et al.*, 2015).

The application of biofertilizers on saline soils must be in the right dosage. The research of Mieke Setiawati *et al.* (2020) suggested that the application of biofertilizer at a dosage of 25 kg ha⁻¹ in combination with *Azolla* can increase the growth and yield of rice plants. The use of biofertilizers at a dose of 5 liters ha⁻¹ was also reported to increase the number of productive tillers of rice plants (Baba *et al.*, 2021). However, no one has reported the effect of the dose of halotolerant N biofertilizer on saline soils.

Based on the above problems, this study aims to obtain the exact composition of carrier material that can maintain bacterial viability, water content, and pH of nitrogen biofertilizer

and to obtain the right dosage to increase the growth of rice plants to be used in saline ecosystems.

Materials and Method

Research materials and tools. Materials and tools used in this study were the inoculant consortium of halotolerant nitrogen fixing rhizobacteria (*Pseudomonas stutzeri*, *Klebsiella pneumonia*, *Bacillus cereus*, *Delftia tsuruhatensis*) which had been cultured on salinized Nutrient Agar media (6 dS m^{-1}) with a density of 10^7 CFU mL^{-1} , carrier materials (peat, compost, biochar, dolomite, guano), liquid nutritional materials (Ashby's and Okon media), rice seed of variety Inpari 34 rice variety, urea, SP-36, KCl, bucket, test tubes, tube racks, bunsen, beaker glass, erlenmeyer, shake bottles, stirring rods, autoclave, laminar air flow, aluminum foil, petridishes, labels, cotton wool, cling wraps, heat resistant plastics, syringes, scissors, pH meters, ovens, analitic scales, documentation tools and stationery.

Experimental design. The research consisted of two stages. ; The first stage was the viability test of the halotolerant N-fixing rhizobacteria on different carrier media. The second stage was the application dosage test of halotolerant N biofertilizer that can increase the growth of rice plants grown in saline ecosystems.

Viability test was conducted from February to September 2020 at the Microbiology Laboratory of CV Bintang Asri Arthaulu Bandung. The experimental design used was a completely randomized design (CRD) consisting of 9 (nine) treatments and repeated three times.

A = Peat 50% + compost 50% + nutrition 0%

B = Peat 50% + 45% compost + 5% nutrition

C = Peat 50% + compost 40% + nutrition 10%

D = Peat 50% + 25% compost + 25% biochar + 0% nutrition

E = Peat 50% + 22.5% compost + 22.5% biochar + nutrition 5%

F = Peat 50% + 20% compost + 20% biochar + 10% nutrition

G = Peat 50% + 20% compost + 20% biochar + 5% dolomite + 5% guano + 0% nutrition

H = Peat 50% + 17,5% compost + 17,5% biochar + 5% dolomite + 5% guano + 5% nutrition

I = Peat 50% + 15% compost + 15% biochar + 5% dolomite + 5% guano + 10% nutrition

Application dosage of halotolerant N biofertilizer on saline soil test was conducted

from September until November 2020 in pot experiment at greenhouse of Jayamukti Village, Banyusari District, Karawang Regency. The experimental design used was randomized block design (RBD) consisting of thirteen (13) treatments and repeated three times. Treatments were control (0 g ha^{-1}), d_1t_1 (500 g ha^{-1} + seed treatments), d_1t_2 (500 g ha^{-1} + nursery treatments), d_1t_3 (500 g ha^{-1} + seed and nursery treatments), d_2t_1 (1000 g ha^{-1} + seed treatments), d_2t_2 (1000 g ha^{-1} + nursery treatments), d_2t_3 (1000 g ha^{-1} + seed and nursery treatments), d_3t_1 (1500 g ha^{-1} + seed treatments), d_3t_2 (1500 g ha^{-1} + nursery treatments), d_3t_3 (1500 g ha^{-1} + seed and nursery treatments), d_4t_1 (2000 g ha^{-1} + seed treatments), d_4t_2 (2000 g ha^{-1} + nursery treatments), d_4t_3 (2000 g ha^{-1} + seed and nursery treatments). N biofertilizer used in this experiment was formula H (Peat 50% + 17,5% compost + 17,5% biochar + 5% dolomite + 5% guano + 5% nutrition) based on the best viability test results obtained.

Viability Test

Carrier preparation. Each carrier material was mashed to a size of 0.5 - 1.5 mm, then mixed according to each treatment. As much as 40 g of the carrier material was put into 50 g aluminum foil and sterilized using an autoclave with a temperature of 121°C , pressure at 15 atm for 15 minutes. Then 8 mL of the isolate suspension is injected into the carrier or the equivalent of 20% of the volume of the carrier material in aluminum foil.

Population of Halotolerant N Fixing Rhizobacteria. Test was carried out during the storage period of 0, 2, 4, 12, 20, and 28 weeks. The viability test used Total Plate Count (TPC) method.

A total of 10 g of the carrier material sample was inputted into 90 ml of physiological solution ($0.85\% \text{ NaCl}$) in a small test tube, then pulverized until homogeneous. Then made a series of dilutions up to 10^{-7} by pipetting 1 ml of solution into 9 ml of aquadest up to 7 times. 0.1 ml of the suspension at the seventh dilution was put into a petridish containing saline NA media (6 dS m^{-1}), then incubated for 48-72 hours at room temperature ($27-28^\circ\text{C}$). The formed bacterial colonies were then counted using an electric bacterial colony counter.

Water content. Determination of water content and pH was carried out at storage time periods of 0, 2, 4, 12, 20 and 28 weeks using the William (2000) method.

A sample of 10 g of carrier materials biofertilizer was put into a steel bowl with a known weight. Then dried in the oven for one

night at 105 °C, cooled in a desiccator, weighed it using an analytical scale, and calculated the water content using formula:

$$\text{Water content (\%)} = \frac{W-W_1}{W} \times 100$$

Where,

W = original sample weights (g)

W₁ = the sample weight after drying (g)

100 = conversion factor to %

pH. Weighed 10 g of carrier materials sample and put it in a shake bottle containing 50 mL of aquadest then shake it for 30 minutes. Soil suspension was measured with a pH meter that had been calibrated using a buffer solution of pH 7.0 and pH 4.0.

Application Dosage of Nitrogen Biofertilizer. The experiment was started by transferring saline soil (moderately saline) into a bucket with a capacity of 10 kg. Soil was taken from a depth of 0 cm - 25 cm and had been cleaned from plant debris. For application in seed treatment, halotolerant nitrogen biofertilizer were mixed with rice seeds according to the respective treatment doses, namely 0, 500, 1000, 1500, and 2000 g ha⁻¹ equals to 0, 20, 40, 60, and 80 g kg⁻¹ rice seeds. For nursery treatments, halotolerant nitrogen biofertilizers were spread on the nursery media. For the combination between seed and nursery, 20 g halotolerant nitrogen biofertilizer was mixed 1 kg of seeds and the remaining was spread in the nursery according to each treatment. Nursery activities were done in a pot tray with a length 30 cm x width 40 cm x height 10 cm by planting the seeds on the soil seedling medium and organic fertilizer with a ratio of 1: 1 v/v. Seeds were spread on the media, then stored in a place that is protected from direct sunlight. After 14 days after sowing (DAS), seeds were transplanted shallowly in the bucket and then the dead or damaged seedlings were sewn for one to two weeks after planting. Weeding was suggested when rice plants were 21 to 35 days old. Irrigation was carried out in an intermittent manner until the conditions were crumbled with a water level of 1 cm from the ground surface. Intermittent watering was done by controlling between dry and inundated conditions, consecutively. Inorganic fertilization used urea 300 kg ha⁻¹, SP-36 200 kg ha⁻¹, and KCl 150 kg ha⁻¹. Plants were maintained until 58 days or at the end of vegetative period.

Variables observed were plant height and biomass at the end of vegetative period at the age of 58 days after planting (DAP).

Data analysis. Viability of halotolerant N fixing rhizobacteria, water content of nitrogen biofertilizer, plant height and biomass were

analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) and treatment means were compared by Duncan's multiple range test at $p \leq 0,05$. All the statistical tests were performed using the SPSS 16.0 software.

Result and Discussion

Viability of Halotolerant N Fixing Rhizobacteria. The viability of Halotolerant N-fixing Rhizobacteria in different carrier materials up to the storage period of 28 WAI showed a significant difference between treatments. The data on the average population numbers of halotolerant N-fixing rhizobacteria at different carrier material compositions are presented in Table 1.

Table 1. Effect of different carrier composition on halotolerant n-fixing rhizobacteria populations.

Carrier Composition	Storage time					
	0	2	4	12	20	28
	WAI	WAI	WAI	WAI	WAI	WAI
	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁹	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷
	---- CFU mL ⁻¹ ----					
A	8.91 ab	9.25 ab	12.29 d	9.96 d	9.72 ab	9.34 a
B	9.25 b	9.93 cde	11.17 ab	9.20 ab	9.81 abc	9.42 a
C	8.70 a	10.32 e	12.02 cd	9.64 bcd	9.69 a	9.58 ab
D	8.88 ab	9.17 a	12.04 cd	9.71 cd	9.83 abc	9.64 ab
E	9.12 ab	9.47 abc	11.32 ab	9.54 abcd	9.82 abc	9.52 a
F	8.89 ab	10.07 de	11.73 bcd	9.12 a	9.98 bc	9.41 a
G	8.90 ab	9.73 bcd	11.40 ab	9.72 cd	10.02 c	9.89 abc
H	9.76 c	10.35 e	11.58 bc	9.97 d	10.45 d	10.22 c
I	9.75 c	9.45 abc	10.86 a	9.34 abc	10.41 d	10.09 bc

Note: The average value of treatment in the same column followed by the same letter showed no significant difference based on Duncan's multiple range test at the 5% significance level. WAI: Week After Inoculation.

The average Halotolerant N-Fixing Rhizobacteria (HNFR) population in all compositions showed that HNFR is still able to survive at a 7 month shelf life even though the population size has decreased from the previous storage period (Figure 1). Minister of Agriculture Regulation No.

70/Permentan/SR.140/10/2011 regarding organic fertilizers, biological fertilizers and soil amendments, states that the technical requirements for the number of colonies in biological fertilizers for bacteria with the type of carrier material in the form of a solid formula are $\geq 10^7$ CFU mL⁻¹. This supports that the biological fertilizers tested in this study meet the quality standard requirements for the number of colonies in the nitrogen biofertilizer. The high density of bacterial cells in biological fertilizer formulations is expected to dominate the root area when applied, so that it can compete with other microorganisms in the soil (Pudjiwati and Hamid, 2020).

Furthermore, at 28 WAI it can also be seen that the H carrier composition of the H carrier material (50% peat + 17,5% compost + 17,5% biochar + 5% dolomite + 5% guano + 5% nutrition) was able to maintain a significantly larger population than other treatments amounted up to 10.22×10^7 CFU mL⁻¹, even though not significantly different with treatment G and I. This is presumed to be due to the use of the proper composition of peat, compost, biochar, dolomite, guano and nutrition. The right type and composition of carrier material is essential for maintaining the number of inoculants and a longer life. The chemical and physical properties of different carrier material formulas can have an impact on the effectiveness of biological fertilizers in supporting plant productivity (Arora *et al.*, 2014).

Several properties of biochar suggest suitability as an inoculant carrier and seed-coating material. The physicochemical properties of biochar can sustain bacterial life, because: highly porous structure and surface area can be inhabited by bacteria and protect microorganisms from predation. Additionally, high water holding capacity of biochar can prevent bacterial desiccation; Reduced carbon is a potential source of energy, finally biochar can provide some mineral nutrients. Therefore, it is believed that biochar can sustain the growth and survival of bacteria over time (Glodowska *et al.*, 2017). The use of dolomite can increase the pH of the fertilizer so that it creates the right acidity conditions for microbial growth and survival in the biofertilizer carrier (Suryantini, 2017). Guano contains a lot of magnetic minerals which are useful as microbial food ingredients (Sari *et al.*, 2014).

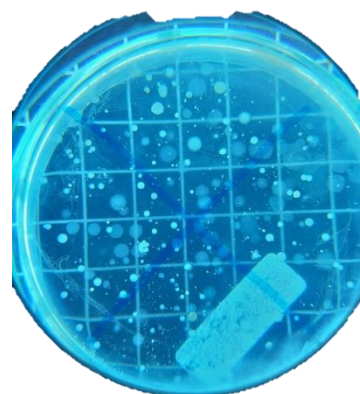


Figure 1. Population of Halotolerant N-fixing Rhizobacteria at 28 weeks after inoculation which in H Composition Carrier (50% peat + 17,5% compost + 17,5% biochar + 5% dolomite + 5% guano + 5% nutrition).

Water content. The water content of nitrogen biofertilizers with different carrier materials until the storage period of 28 WAI showed significant differences between treatments. Data on average water content are presented in Table 2.

Table 2. Effect of different carrier composition on water content of nitrogen biofertilizer.

Carrier Composition	Storage time					
	0 WAI	2 WAI	4 WAI	12 WAI	20 WAI	28 WAI
	----- % -----					
A	35.27 c	33.60 a	35.97 d	31.70 b	35.90 c	23.17 a
B	33.67 abc	35.43 bc	34.57 cd	34.17 bc	35.83 c	34.50 d
C	35.63 c	35.93 c	34.83 d	35.90 c	35.97 c	37.73 e
D	32.20 ab	33.40 a	30.90 ab	28.67 a	32.00 b	30.07 b
E	34.60 bc	34.27 ab	32.80 bc	32.47 b	32.20 b	34.23 d
F	34.30 abc	36.10 c	32.63 bc	34.27 bc	47.10 d	32.20 c
G	31.60 a	33.00 a	29.20 a	41.43 d	27.67 a	31.50 c
H	34.50 abc	36.63 c	35.07 d	34.43 bc	35.37 c	34.50 d
I	34.43 abc	33.83 a	31.37 b	32.47 b	29.07 a	32.70 c

Note: The average value of treatment in the same column followed by the same letter showed no significant difference based on Duncan's multiple range test at the 5% significance level. WAI: Week After Inoculation

The average water content of the nitrogen biofertilizer in all compositions showed that it was able to maintain its water content at 7 months of shelf life even though it fluctuated in each storage period. Minister of Agriculture Regulation No. 70 / Permentan / SR.140 / 10/2011 concerning organic fertilizers, biological fertilizers and soil amendments, states that the technical requirements for the water content of biological fertilizers with the type of carrier in the form of solid formulas are 30-35%. This supports that the biological fertilizers tested in this study, except A carrier composition A, meet the water content quality standard requirements of the biofertilizer. In the A carrier composition A, which consisted of 50% peat + 50% compost at 28 WAI, the water content value was lower than the water content quality standard requirements for solid biological fertilizers based on the Regulation of the Minister of Agriculture no. 70/Permentan/SR.140/10/2011, this was suspected because the composition did not contain biochar and nutrients. The available water capacity of biochar carrier material is high so it can hold more water (Santi and Goenadi, 2010). The quality of biological fertilizers is largely determined by the material of origin, for example fertilizers derived from guano with low C-organic content, low C / N ratio, and high water content (Suriadikarta and Setyorini, 2006).

pH Level. The pH level of nitrogen biofertilizer with different carrier materials up to the storage period of 28 WAI was not statistically analyzed, but from the means data from each compositions showed a slightly difference between treatments. Data on the average pH level of nitrogen biofertilizer with different carrier materials compositions are presented in Table 3.

Table 3. The effect of different carrier composition on the pH level of nitrogen biofertilizer.

Carrier Composition	Storage time					
	0 WAI	2 WAI	4 WAI	12 WAI	20 WAI	28 WAI
A	7.7	7.6	7.8	8.0	7.6	7.7
B	7.9	7.5	8.2	8.0	8.0	7.6
C	8.2	7.8	7.7	8.4	7.9	7.6
D	7.9	7.9	7.9	8.1	8.0	7.7
E	8.0	7.7	7.6	8.2	8.0	7.8
F	8.0	7.7	7.8	8.1	8.5	7.8
G	7.9	7.7	7.8	8.0	8.0	8.0
H	8.1	7.8	8.1	8.1	8.1	7.9
I	8.0	7.6	7.8	8.1	8.0	7.7

Note: Data were not analyzed statistically; WAI: Week After Inoculation

The growth of bacterial colonies on a carrier depends on the type of isolate and the conditions of the carrier such as pH and nutrients contained in the carrier material (Rohmah *et al.*, 2016). The pH of the biofertilizer affects the viability and activity of the inoculum in it (Pindi and Satyanarayana, 2012). In this study, the pH of the carrier material during the study was in the pH range for viable nitrogen-fixing bacteria, indicated by a high colony count up to 28 WAI.

The average pH level of the G, H, and I treatments tend to be greater than the other treatments, this was because these three treatments contained dolomite while the other treatments did not. The content of Ca and Mg in dolomite can replace the position of acidity-causing ions in the uptake complex so that it can increase the pH (Setiawati *et al.*, 2020). Dolomite lime or which has the chemical formula $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ contains Ca^{2+} and Mg^{2+} ions which can replace the position of Al^{3+} ions which cause soil acidity and then form bonds with HCO_3^- so that the pH rises (Shaaban *et al.*, 2015).

Plant Height and Biomass. Plant height and biomass at several application dosage of N biofertilizer showed significant differences between treatments. Data on plant height and biomass are presented in Table 4.

Table 4. The effect of different carrier composition on the pH level of nitrogen biofertilizer.

Treatments	Plant Height (cm)	Biomass (g)
control	28.87 a	2.83 ab
d ₁ t ₁	31.83 a	2.75 a
d ₁ t ₂	30.63 a	2.75 a
d ₁ t ₃	32.80 a	2.85 ab
d ₂ t ₁	29.87 a	2.67 a
d ₂ t ₂	30.97 a	2.67 a
d ₂ t ₃	28.70 a	2.78 a
d ₃ t ₁	34.13 b	3.05 b
d ₃ t ₂	29.30 a	3.03 b
d ₃ t ₃	34.50 b	3.14 b
d ₄ t ₁	29.27 a	2.62 a
d ₄ t ₂	32.47 a	2.62 a
d ₄ t ₃	33.07 ab	2.72 a

Note: The average value of treatment in the same column followed by the same letter showed no significant difference based on Duncan's multiple range test at the 5% significance level.

Based on the data in Table 4. It can be seen that the application of nitrogen biofertilizer at a dosage of 1500 g ha⁻¹, both in seed treatment and

the combination of seed and nursery treatment, significantly increased plant height compared to control, 500 and 1000 g ha⁻¹ but did not differ significantly with dosage of 2000 g ha⁻¹. The average height of this plant was still much lower than the height of the Inpari 34 rice plant at the age of 56 DAP in non-saline conditions which can reach 93 cm (Prayoga *et al.*, 2018). This phenomenon was proved that soil salinity has an effect on reducing plant growth. Salt stress causes several disturbances in plants such as nutritional imbalance, decreased stomatal conductance, low photosynthetic activity, which causes a decrease in plant growth and yield (Ivanova *et al.*, 2015). Munns and Tester (2008) also added that salt stress in plants can cause morphological changes in plants such as a decrease in plant height, number of leaves, plant size, root length and fruit production, as well as changes in secondary metabolites, such as hormones and oxidative compounds.

The application of nitrogen biofertilizer at a dosage of 1500 g ha⁻¹ also had a tendency to increase plant biomass although the results of statistical analysis were not significantly different from the control and 500 g ha⁻¹ applied to seed and nursery treatment. The active ingredient of the nitrogen biofertilizer used in this study was halotolerant N-fixing rhizobacteria that function as N fixers to provide N for plants that were able to survive, grow and dominate the root area of rice plants to carry out their functions well on saline soils (Bano and Fatima, 2009). These halotolerant bacteria have the ability to balance osmotic pressure to avoid denaturation caused by salt in their environment by accumulating salts and osmolytes (organic molecules) in their cytoplasm (Oren and Rodríguez-Valera, 2001). So it was expected that there was a positive and significant relationship between N availability and plant biomass, where the availability of N through the N₂ fixation process can increase N levels in rice plant so that plant biomass increases (Aon *et al.*, 2015).

Conclusion and Suggestion

Results showed that the composition of the H carrier composition material H (50% peat + 17,5% compost + 17,5% biochar + 5% dolomite + 5% guano + 5% nutrition) was able to maintain the high viability of halotolerant N-fixing rhizobacteria compared to other treatments,

namely 10.22 x 10⁷ CFU mL⁻¹. The water content and pH level in the H carrier composition H also met the biofertilizer quality standards, namely 34,50% and 7.9 respectively. Rhizobacterial viability, water content, and pH levels can be maintained up to 28 Weeks After Inoculation or 7 months of storage. Nitrogen biofertilizer with thea composition of 50% peat + 17,5% compost + 17,5% biochar + 5% dolomite + 5% guano + 5% nutrition at a dosage of 1500 g ha⁻¹ applied to seeds and nursery phase can increase the height and biomass of rice plants grown under saline conditions. Further research is needed on the application of nitrogen biofertilizers in saline soils that can increase the effectiveness of N fertilization.

Acknowledgement

Authors would like to thank Minister of Education, Culture, Research and Technology through Beginner Lecturer Research and Universitas Padjadjaran University for funding this research through the Academic Leadership Grant research scheme.

Reference

- Abd El-Fattah, D.A., Eweda, W.E., Zayed, M.S. and Hassanein, M.K., 2013. Effect of carrier materials, sterilization method, and storage temperature on survival and biological activities of *Azotobacter chroococcum* inoculant. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2), pp.111-118.
- Aon, M., M. Khalid, M., S. Hussain, S., M. Naveed, M. and M.J. Akhtar, M.J., 2015. Diazotrophic inoculation supplemented nitrogen demand of flooded rice under field conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52(1).
- Arora, N. K., S. Tiwari, S and R. Singh R. 2014. Comparative study of different carriers inoculated with nodule forming. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 5(2): 1-3
- Baba, B., N.R. Sennang, N.R. and E. Syam'un, E., 2021. Pertumbuhan dan produksi padi yang diaplikasi pupuk organik dan pupuk hayati. *Jurnal Agrivigor*, 12(2), pp.: 39-47.
- Bano, A. dan and M. Fatima, M., 2009. Salt tolerance in *Zea mays* (L.) following inoculation with *Rhizobium* and *Pseudo-*

- monas. *Biol. Fertility Soils*, 45, : 405–413
- Bird, M.I., E.M. Boobyer, E.M., C. Bryant, C., H.A. Lewis, H.A., V. Paz, V. and W.E. Stephens, W.E., 2007. A long record of environmental change from bat guano deposits in Makangit Cave, Palawan, Philippines. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 98(1), pp.: 59-69.
- Damanik, M.M.B dan and A. Rauf. 2009. Identifikasi tingkat kesuburan tanah dan cara praktis penentuan dosis pupuk berdasarkan status hara tanah. *Jurusan Ilmu Tanah. Fakperta Universitas Sumatera Utara*.
- El-Fattah, D.A., W.E. Eweda, M.S. Zayed, and M.K. Hassanein. 2013. Effect of carrier materials, sterilization method, and storage temperature on survival and biological activities of *Azotobacter chroococcum* inoculant. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2): 111-118.
- Ferreira, E.M. and I.E. Castro, I.E., 2005. Residues of the cork industry as carriers for the production of legumes inoculants. *Silva Lusitana*, 13(2), pp.: 159-167.
- Głodowska, M., T. Schwinghamer, T., B. Husk, B. and D. Smith, D., 2017. Biochar based inoculants improve soybean growth and nodulation. *Agricultural Sciences*, 8(9), pp.: 1048-1064.
- Ivanova, K., S. Anev, S., N. Tzvetkova, N., T. Georgieva, and T., Y. Markovska, Y., 2015. Influence of salt stress on stomatal, biochemical and morphological factors limiting photosynthetic gas exchange in *Paulownia Elongata x Fortunei*. *Comptes Rendus De L'Academie Bulgare Des Sci.: Sci. Mathe?matiques et Naturelles*, 68, : 217–224
- Marwanto, S., A. Rachman, A., D. Erfandi, D, dan and I.G.M. Subiksa I. G.M. 2009. Tingkat Salinitas Tanah Pada pada Lahan Sawah Intensif Di di Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. *Balai Penelitian Tanah. Bogor*.
- Munns, R., . and M. Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, : 651–681.
- Oren, A. dan and F.R.Valera. 2001. The contribution of halophilic bacteria to the red coloration saltern crystallizer ponds, . *FEMS Microbiology Ecology*, 36, p.: 123-130
- Peraturan Menteri Pertanian. 2011. No. 70/Permentan/SR.140/10/2011 Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.
- Pindi, P. K., dan S. D.V. Satyanarayana. 2012. Liquid Microbial Consortium - A Potential Tool for Sustainable Soil Health. *Journal of Biofertilizer and Biopesticides*, 3: 4. DOI: 10.4172/2155-6202.1000124.
- Prayoga, M.K., N. Rostini, N., T. Simarmata, T., M.R. Setiawati, M.R., S. Stoeber, S. and K. Adinata, K., 2018. Growth of rice (*Oryza sativa*) varieties: mendawak, inpari 34, ciherang, and bangir in Ciganjeng village, Pangandaran district. *Jurnal Biodjati*, 3(2), pp.: 126-133
- Prihastuti, P., 2012. Karakteristik gambut rawa pening dan potensinya sebagai bahan pembawa mikroba. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 29(2), pp.: 109-115.
- Pudjiwati, E.H. and N.B. Hamid, N.B., 2020. Viability and activity of indigenous phosphate solubilizing bacteria on some liqid carriers. *Jurnal Borneo Saintek*, 3(2), pp.: 85-92.
- Putri, S.M., A. Iswandi, A, H. Fahrizal, H, dan and C. Ania C. 2010. Viabilitas inokulan dalam bahan pembawa gambut, kompos, arang batok dan zeolit yang disteril dengan iradiasi sinar gamma Co-60 dan mesin berkas elektron. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 12(1): 23-30
- Rachman, Achmad., Ai A. Dariah, dan and S. Sutono. 2018. *Pengelolaan Sawah Salin Berkadar Garam Tinggi*. IAARD Press. ISBN: 978-602-344-2324
- Rohmah, N., M. Wirdhatul M, dan and N. Tutik N. 2016. Pengaruh kombinasi media pembawa pupuk hayati bakteri penambat nitrogen terhadap pH dan unsur hara nitrogen dalam tanah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(1): 2337-3520
- Saito, M. & and T. Marumoto. (2002). Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi: The status quo in Japan and the future prospects. *Plant and Soil*, 244, : 273–279
- Santi, L.P. and D.H. Goenadi, D.H., 2010. Pemanfaatan biochar sebagai pembawa mikroba untuk pemantap agregat tanah Ultisol dari Taman Bogo-Lampung. *Menara Perkebunan*, 78(2), pp.: 52-60.
- Sari, T.A., Hamdi. and F. Mufit, F., 2014. Identifikasi mineral magnetik pada guano di gua bau-bau kalimantan timur menggunakan scanning electron microscope (SEM). *PILLAR OF PHYSICS*, 3(1).

- Setiawati, M.R., P. Suryatmana, P., D. Herdiantoro, and U. Primadi, U.,. 2015. Isolation and bioassay screening of biofertilizer diazotroph bacteria from paddy field. *Academic Journal of Science*, 4(3),): pp.35-40.
- Setiawati, M.R., B.N. Fitriatin, B.N., P. Suryatmana, P. and T. Simarmata, T.,. 2020. Aplikasi pupuk hayati dan azolla untuk mengurangi dosis pupuk anorganik dan meningkatkan N, P, C organik tanah, dan N, P tanaman, serta hasil padi sawah. *Jurnal Agroekoteknologi*, 12(1),): pp.63-76.
- Setiawati, M.R., Silfani, Y., Kamaluddin, N.N. and Simarmata, T., 2020. Aplikasi Pupuk Urea, Pupuk Hayati Penambat Nitrogen Dan Amelioran Untuk Meningkatkan pH, C-Organik, Populasi Bakteri Penambat Nitrogen dan Hasil Jagung pada Inceptisols. *Soilrens*, 18(2).
- Setiawati, M.R., P. Suryatmana, P. and A. Chusnul, A.,. 2017. Karakteristik Azolla pinnata sebagai pengganti bahan pembawa pupuk hayati padat bakteri penambat N₂ dan bakteri pelarut P. *soilrensSoilrens*, 15(1).
- Shaaban, M., Q. Peng, R. Hu, Y. Wu, S. Lin, and J. Zhao. 2015. Dolomite application to acidic soils: a promising option for mitigating N₂O emission. *Environmental Science and Pollution Research*, 22: 19961-19970.
- Simarmata, T., T. Turmuktini, T., B.N. Fitriatin, B.N. and M.R. Setiawati, M.R.,. 2016. Application of bioameliorant and biofertilizers to increase the soil health and rice productivity. *HAYATI Journal of Biosciences*, 23(4),): pp.181-184.
- Suriadikarta, D.A. dan and D. Setyorini. 2006. Baku Mutu Pupuk Organik. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
- Suryantini, S., 2017. Formulasi bahan pembawa pupuk hayati pelarut fosfat untuk kedelai di tanah masam. *Buletin Palawija*, 14(1),): pp.28-35.
- William, H., 2000. Official methods of analysis of AOAC international. AOAC official method 985.29.

Fitrah, A.N. · N. Carsono · D. Ruswandi

Perbandingan daya hasil dan toleransi naungan berbagai genotipe jagung Padjadjaran pada naungan eukaliptus

Sari Kebutuhan jagung (*Zea mays* L.) sebagai bahan pangan, pakan dan industri selalu meningkat, namun terdapat kendala dalam produksi jagung domestik, yaitu konversi lahan pertanian. Sistem agroforestri eukaliptus-jagung dapat menjadi alternatif yang digunakan untuk pengembangan jagung. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi daya hasil, mengestimasi nilai indeks toleransi, dan menyeleksi galur jagung Padjadjaran yang toleran terhadap naungan *Eucalyptus* sp. Penelitian ini dilaksanakan pada April – November 2019 di Sanggar Penelitian Latihan dan Pengembangan Pertanian (SPLPP) Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung. Rancangan percobaan menggunakan rancangan petak terbagi (*Split plot*) dengan dua faktor (naungan dan genotipe) dan tiga ulangan. Petak utama adalah faktor naungan yang terdiri dari 2 taraf, yaitu tidak ternaungi dan ternaungi *Eucalyptus* sp., sedangkan anak petak adalah genotipe jagung yang terdiri dari 9 galur jagung Padjadjaran dan 5 varietas cek. Analisis data penelitian menggunakan analisis sidik ragam, uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%, analisis *Genotype by Yield*Trait* (GYT) biplot, dan analisis indeks toleransi cekaman. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan naungan Eukaliptus berpengaruh nyata terhadap beberapa karakter dan komponen daya hasil. Berdasarkan analisis GYT Biplot, genotipe jagung terbaik pada lingkungan ternaungi Eukaliptus adalah NK 212, MDR 8.5.3, Pertiwi 3, DR 8, BISI 77, dan MDR 3.1.2. Nilai *stress tolerance index* (STI) tertinggi pada NK 212, BISI 77, Pertiwi 3, MBR 153.15.1, Pioneer 21, dan MDR 8.5.3. Genotipe bernilai tinggi pada STI memiliki keunggulan pada karakter bobot tongkol dengan kelobot per plot dan per sampel, bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, dan panjang tongkol.

Kata kunci: GYT biplot · Indeks Toleransi Cekaman · Jagung · Toleran naungan

Comparison of yield potential and shading tolerance of Padjadjaran maize genotypes under eucalyptus shade condition

Abstract. Demand of maize (*Zea mays* L.) for food, feed, and industrial material increase significantly every year. The main constraint to fulfill demand of domestic maize is the conversion of agricultural land. Eucalyptus/maize agroforestry system is an alternative for maize production in Indonesia. The purpose of this study was to identify yield, to estimate the tolerance index parameters and to select Padjadjaran maize lines that are tolerant under shading of *Eucalyptus* sp. The experiment was conducted from April to November 2019 at the Center for Agricultural Training and Research Development, Faculty of Agriculture Universitas Padjadjaran, Bandung. The experiment was arranged in a split plot design with two factors (shade and maize genotype) and three replications. The main plot was consisted of 2 levels, i.e., normal and *Eucalyptus* sp. shade condition. The subplot was maize genotypes consisting of 9 Padjadjaran maize lines and 5 check varieties. Data were analyzed by analysis of variance, post-hoc analysis in form of Duncan's multiple range test at the 5% level, genotype by yield*trait (GYT) biplot analysis, and stress tolerance index (STI) analysis. The results showed that Eucalyptus shade significantly affected several maize characters and its yield components. Based on the GYT Biplot analysis, the best genotypes in under Eucalyptus shaded treatment were NK212, MDR8.5.3, Pertiwi3, DR8, BISI77, and MDR3.1.2. The highest STI values were observed at several genotypes, namely NK212, BISI77, Pertiwi3, MBR153.15.1, Pioneer21, and MDR8.5.3. The genotype with a highest value on the STI had the superiority character in term of ear weight with husk per plot and per sample, ear weight without husk per sample, and ear length.

Keywords: GYT biplot · Maize · Stress Tolerance Index · Shading tolerance

Diterima : 24 Mei 2021, Disetujui : 14 Maret 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022

DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.33452](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.33452)

Fitrah, A.N.¹ · N. Carsono¹ · D. Ruswandi¹

¹ Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Sumedang 45363

Korepondensi: d.ruswandi@unpad.ac.id

Fitrah, A.N. *et al.* : Perbandingan daya hasil dan toleransi naungan berbagai genotipe jagung Padjadjaran pada naungan eukaliptus

Pendahuluan

Produksi dan produktivitas jagung sebagai tanaman pangan utama diupayakan terus meningkat. Selain sebagai bahan pangan sumber karbohidrat, jagung juga menjadi komposisi utama untuk bahan pakan (Yuwariah *et al.*, 2017). Jagung memiliki manfaat yang beragam, mulai dari sumber pangan alternatif, pakan ternak, hingga bioetanol yang akhir-akhir ini menjadi isu global dan kajian sains (Bani, 2018; Pannikai *et al.*, 2017). Peningkatan jumlah penduduk serta perkembangan industri pakan dan pangan menyebabkan kebutuhan jagung juga semakin meningkat (Ruswandi dan Syafi'i, 2016). Produksi jagung nasional di sisi lain belum memenuhi kebutuhan jagung nasional, terutama kebutuhan jagung sebagai bahan baku pakan ternak, yang masih dibantu oleh impor jagung. Upaya mengatasi kebutuhan jagung dapat dilakukan dengan meningkatkan produktivitas jagung untuk menjamin tersedianya komoditas jagung untuk industri pakan.

Berdasarkan evaluasi pembangunan pertanian tanaman pangan, persoalan mendasar yang dihadapi sektor pertanian pada jangka waktu 2015-2019 adalah konversi lahan yang tidak terkendali (Kementrian Pertanian, 2015). Pemerintah telah mengupayakan pengendalian terhadap alih fungsi lahan pertanian ke non-pertanian dalam Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (PLP2B), namun pada kenyataannya konversi lahan pertanian ke perumahan dan industri terus berlangsung (Kementrian Pertanian, 2015). Saat ini lahan yang tersedia diantaranya adalah lahan kehutanan yang dapat dimanfaatkan untuk menyiasati lahan pertanian yang semakin berkurang dengan memadukan tanaman pertanian dan kehutanan sehingga membentuk sistem agroforestri (Elonard, 2015). Pemanfaatan lahan agroforestri merupakan salah satu upaya peningkatan produksi jagung nasional (Ruswandi dan Syafi'i, 2016). Sistem agroforestri dapat menjadi alternatif yang digunakan untuk pengembangan jagung (Syafi'i *et al.*, 2016). Sistem wanatani atau agroforestri memungkinkan untuk pemanfaatan optimal lahan yang ada dan dapat mencapai swasembada jagung.

Pohon *Eucalyptus sp.* (eukaliptus) merupakan tanaman kehutanan yang berasal dari Australia (Chippendale, 1988). Tumbuhan eukaliptus banyak ditanam di Aceh, Sumatra Utara, Jambi, Kalimantan Barat, Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan (Pribadi, 2016). Eukaliptus adalah salah satu spesies cepat tumbuh (*fast growing species*) yang penting untuk industri pulp dan kertas (Sulichantini, 2016). Badan Pusat Statistik mencatat adanya peningkatan jumlah produksi kayu bulat dari jenis tumbuhan eukaliptus di Indonesia (Badan Pusat Statistika, 2017; Badan Pusat Statistika, 2018; dan Badan Pusat Statistika, 2019). Berdasarkan data tersebut, eukaliptus memiliki peluang untuk dikembangkan dan dikombinasikan dengan tanaman jagung dalam sistem agroforestri di Indonesia.

Pengembangan jagung dalam sistem agroforestri memiliki masalah, yaitu kurangnya intensitas cahaya akibat naungan, sehingga memerlukan jagung yang toleran terhadap intensitas cahaya rendah (Syafi'i *et al.*, 2016; Ruswandi dan Syafi'i, 2016). Penggunaan lahan di bawah tegakan akan lebih mengoptimalkan pemanfaatan lahan yang selama ini belum banyak dimanfaatkan, tetapi memiliki kendala utama, yaitu rendahnya intensitas cahaya. Berdasarkan masalah tersebut, upaya yang tepat untuk meningkatkan produksi jagung pada naungan, yaitu dengan perakitan varietas jagung yang adaptif dan berproduksi tinggi serta toleran terhadap naungan. Syafi'i *et al.* (2016) telah mengidentifikasi genotip daya hasil tinggi pada kondisi tidak tercekam atau tercekam dengan menggunakan indeks toleransi cekaman atau *Stress Tolerance Index* (STI).

Laboratorium Pemuliaan Tanaman Universitas Padjadjaran (Unpad) memiliki koleksi galur jagung Padjadjaran yang sangat potensial untuk dikembangkan. Genotipe jagung yang berumur genjah dan toleransi kekeringan telah dideskripsikan dalam penelitian sebelumnya (Ruswandi *et al.*, 2014). Syafi'i *et al.* (2016) melaporkan beberapa genotipe galur jagung yang diuji menunjukkan toleransinya terhadap cekaman naungan sengon.

Informasi mengenai galur jagung Padjadjaran yang toleran terhadap intensitas cahaya rendah dibawah naungan *Eucalyptus sp.* serta berdaya hasil tinggi perlu diketahui, sehubungan dengan peningkatan jumlah kebutuhan terhadap jagung dan peningkatan

jumlah pemanfaatan eukaliptus di Indonesia serta pemanfaatan lahan agroforestri. Perbandingan daya hasil bertujuan untuk mengetahui potensi hasil dari genotipe yang di uji dan dapat memudahkan peneliti untuk memilih genotipe yang toleran dan berdaya hasil tinggi, sehingga dapat dikembangkan dalam meningkatkan produksi hasil jagung di Indonesia.

Bahan dan Metode

Penelitian dimulai dengan persiapan benih di Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Gedung Budidaya, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, kemudian penelitian dilanjutkan di Sanggar Penelitian Latihan dan Pengembangan Pertanian (SPLPP), Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Kecamatan Arjasari, Kabupaten Bandung. Penelitian dilakukan pada bulan April 2019 – November 2019.

Berdasarkan informasi mengenai umur genjah, toleransi kekeringan, data potensi hasil, dan cekaman naungan sengan pada penelitian sebelumnya, dipilih 9 galur jagung Padjadjaran untuk penelitian ini. Bahan yang digunakan adalah 9 galur *elite* jagung Padjadjaran dan 5 varietas cek. Galur yang digunakan adalah DR 5 (G1), DR 8 (G2), BR 154 (G3), MDR 3.1.2 (G4), MDR 8.5.3 (G5), MDR 12.3.2 (G6), MDR 14.2.1 (G7), MDR 81.8.1 (G8), dan MBR 153.15.1 (G9). Varietas cek yang digunakan terdiri dari NK 212 (C1), Bisi 77 (C2), Bisi 2 (C3), Pioneer 21 (C4), dan Pertiwi 3 (C5).

Penempatan perlakuan didasarkan pada rancangan petak terbagi (*split plot*) dua faktor dan tiga ulangan. Dua faktor tersebut adalah faktor naungan dan faktor genotipe. Perlakuan yang diberikan pada petak utama terdiri dari 2 taraf, yaitu tidak ternaungi (kontrol) dan ternaungi *Eucalyptus sp.*, sedangkan anak petak adalah genotipe jagung (9 galur *elite* Padjadjaran dan 5 varietas cek). Kondisi naungan di lapangan tidak menyebar rata, persentasi naungan $\pm 75\%$ dengan tinggi dan lebar kanopi *Eucalyptus sp.* 10 m dan 3 m. Jarak tanam jagung yang digunakan adalah 75 x 20 cm dalam satu plot berukuran 3 x 1 m yang menggunakan *one row plot*. Setiap plot tersebut memiliki 15 lubang tanam dan terdiri dari 2 benih jagung yang ditanam sehingga dalam satu plot terdapat 30 tanaman jagung.

Karakter-karakter pertumbuhan yang diuji adalah tinggi tongkol, diameter batang, lebar daun, umur berbunga betina, sementara karakter hasil yang diuji adalah jumlah baris per sampel, jumlah biji per baris per sampel, bobot 1000 biji, bobot tongkol dengan kelobot per plot dan per sampel, bobot tongkol tanpa kelobot per plot dan per sampel, panjang tongkol, dan diameter tongkol. Uji jarak berganda Duncan atau *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dilakukan untuk variabel yang memiliki pengaruh pada uji F pada taraf nyata 5% dari genotipe dan interaksi antara naungan dan genotipe. Analisis *Genotype by Yield*Trait* (GYT) biplot dengan menggunakan *software* GEA-R (*Genotype x Environment Analysis with R*) versi 4.1 dari CIMMYT untuk *me-ranking* genotipe berdasarkan multikarakter.

Toleransi terhadap cekaman (*Tolerance Index* (TOL)) dihitung sebagai perbedaan hasil, sedangkan hasil rata-rata (*Mean Productivity* (MP)) dihitung untuk mencari produktivitas hasil rata-rata genotipe dalam kondisi cekaman dan tidak cekaman (Rosielle and Hamblin, 1981). Indeks kepekaan terhadap cekaman (*Stress Susceptibility Index* (SSI)), dihitung sebagai pengukur stabilitas hasil dari kondisi bercekaman (Fischer and Maurer, 1978). Rata-rata hasil geometrik (GMP) merupakan hasil relatif karena cekaman dapat bervariasi setiap waktunya, sedangkan indeks toleransi cekaman (STI) dapat digunakan untuk mengidentifikasi genotipe yang hasil produksinya tinggi, baik dalam kondisi normal tanpa cekaman ataupun pada kondisi cekaman (Syafi'i *et al.*, 2016).

Hasil dan Pembahasan

Komponen Pertumbuhan dan Hasil. Perlakuan naungan eukaliptus pada jagung menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap karakter. Hasil analisis sidik ragam perbandingan daya hasil dan toleransi naungan pada jagung Padjadjaran ditampilkan pada Tabel 1. Naungan pada jagung berpengaruh nyata pada setiap karakter yang diamati, kecuali pada tinggi tana-man, panjang daun, dan bobot 1000 biji. Perbedaan nyata antar kelompok hanya terdapat pada dua karakter yang diamati, yaitu tinggi tongkol dan bobot tongkol dengan kelobot per plot, sedangkan untuk karakter lainnya tidak memiliki perbedaan antar kelompok sehingga tidak memiliki perbedaan pada ulangan di setiap genotipe.

Tabel 1. Analisis sidik ragam jagung pada lingkungan normal dan naungan eukaliptus

Sumber Keragaman	EWp	EWHp	EWs	EWHS	EL	ED	NRs	NKRs	1000 k
Kelompok	43,92*	3,2	43,92	3,2	3,03	0,73	1,61	10,02	0,41
Naungan	2068,76**	116,6**	2068,76**	116,60**	2,33	0,56	0,8	24,54*	6,35
Genotipe	7,04**	4,45**	7,04**	4,45**	3,41**	6,32**	6,67**	2,04*	1,12
Interaksi	6,85**	3,87**	6,85**	3,87**	2,14*	2,34*	1,51	0,85	1,86

Keterangan: * = berbeda pada taraf nyata 5%, ** = berbeda pada taraf nyata 1%, EWp = bobot tongkol dengan kelobot per plot, EWHp = bobot tongkol tanpa kelobot per plot, EWs = bobot tongkol dengan kelobot per sampel, EWHs = bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, EL = panjang tongkol, ED = diameter tongkol, NRs = jumlah baris per sampel, NKRs = jumlah biji per baris per sampel, 1000k = bobot 1000 biji.

Tabel 2. Tinggi tongkol (cm) di lingkungan normal dan naungan eukaliptus

Genotipe	Naungan	
	Tidak Ternaungi Eukaliptus	Ternaungi Eukaliptus
G1	62,889 A	50,556 A
G2	71,556 A	57,222 A
G3	73,222 A	43,333 B
G4	57,778 A	71,667 A
G5	60,722 A	40,000 B
G6	72,167 A	55,833 A
G7	61,667 A	69,167 A
G8	60,556 A	70,000 A
G9	67,778 A	67,500 A
C1	78,333 A	58,333 B
C2	75,000 A	46,667 B
C3	77,778 A	46,944 B
C4	78,889 A	58,889 B
C5	68,889 A	64,444 A

Keterangan: Rata-rata dalam satu baris yang diikuti huruf kapital yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Pada keragaman genotipe, terdapat lima karakter yang tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil analisis sidik ragam juga menunjukkan adanya pengaruh yang nyata pada lingkungan dimana terdapat delapan karakter yang berbeda nyata antar lingkungan. Karakter yang berbeda nyata pada keragaman interaksi genotipe dan lingkungan adalah tinggi tongkol, diameter batang, lebar daun, umur berbunga betina, bobot tongkol dengan kelobot per plot dan per sampel, bobot tongkol tanpa kelobot per plot dan per sampel, panjang tongkol, dan diameter tongkol. Elonard (2015) menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman semusim dapat dipengaruhi oleh tanaman pohon melalui perubahan sumber daya seperti cahaya, hara tanah, dan air.

Hasil uji jarak berganda Duncan pada tinggi tongkol yang ditampilkan pada Tabel 2, menunjukan adanya penurunan rata-rata di bawah naungan pada dua genotipe galur yang diuji. BR 154 (G3) mengalami penurunan rata-rata tinggi tongkol dari 73,222 cm (A) menjadi 43,333 cm (B) dan MDR 8.5.3 (G5) mengalami penurunan rata-rata tinggi tongkol dari 60,722 cm (A) menjadi 40 cm (B).

Tabel 3. Diameter batang (cm) di lingkungan normal dan naungan eukaliptus

Genotipe	Naungan	
	Tidak Ternaungi Eukaliptus	Ternaungi Eukaliptus
G1	4,706 A	1,795 B
G2	4,920 A	1,848 B
G3	4,773 A	1,756 B
G4	4,733 A	1,764 B
G5	4,720 A	1,764 B
G6	5,120 A	1,813 B
G7	4,183 A	1,867 B
G8	4,640 A	1,853 B
G9	2,600 A	1,831 B
C1	2,813 A	1,937 B
C2	2,720 A	1,768 B
C3	2,626 A	1,840 B
C4	2,706 A	1,902 B
C5	2,626 A	1,956 B

Keterangan: Rata-rata dalam satu baris yang diikuti huruf kapital yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis karakter diameter batang menampilkan adanya penurunan signifikan rata-rata diameter batang jagung pada setiap genotipe yang diuji di bawah naungan. Perrin *and* Mitchell (2013) mengatakan bahwa perubahan morfofisiologi tanaman dapat disebabkan oleh kekurangan cahaya akibat naungan. Perubahan tersebut merupakan penurunan diameter batang dan total bobot kering tanaman.

Tabel 4. Lebar daun (cm) di lingkungan normal dan naungan eukaliptus

Genotipe	Naungan	
	Tidak Ternaungi Eukaliptus	Ternaungi Eukaliptus
G1	6,089 A	6,311 A
G2	6,216 A	6,778 A
G3	7,044 A	6,500 A
G4	6,750 A	6,750 A
G5	5,467 A	5,833 A
G6	7,344 A	6,638 A
G7	6,544 A	5,378 A
G8	6,644 A	6,000 A
G9	8,222 A	6,222 B
C1	8,944 A	5,722 B
C2	7,889 A	5,667 B
C3	7,778 A	4,861 B
C4	8,889 A	5,667 B
C5	8,833 A	5,667 B

Keterangan: Rata-rata dalam satu baris yang diikuti huruf kapital yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Hasil uji jarak berganda Duncan pada lebar daun pada dua lingkungan menampilkan adanya penurunan rata-rata pada satu genotip galur yang diuji (Tabel 4). MBR 153.15.1 (G9) mengalami penurunan rata-rata lebar daun dari 8,22 cm (A) menjadi 6,22 cm (A). Genotipe-genotipe lainnya memiliki nilai rata-rata lebar daun yang tidak berbeda nyata pada dua lingkungan.

Tabel 5. Umur berbunga betina (*silking*) (hari setelah tanam, hst) di lingkungan normal dan naungan eukaliptus

Genotipe	Naungan	
	Tidak Ternaungi Eukaliptus	Ternaungi Eukaliptus
G1	73,000 A	71,000 A
G2	72,000 A	71,000 A
G3	70,667 A	69,500 A
G4	70,667 A	70,333 A
G5	68,667 B	71,000 A
G6	69,667 A	70,333 A
G7	71,333 A	69,500 A
G8	72,333 A	68,500 B
G9	71,667 A	70,667 A
C1	66,333 B	70,000 A
C2	66,000 B	70,667 A
C3	66,000 B	68,333 A
C4	66,333 B	68,667 A
C5	66,333 B	69,667 A

Keterangan: Rata-rata dalam satu baris yang diikuti huruf kapital yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 5, hasil analisis statistik umur berbunga betina pada lingkungan ternaungi eukaliptus menunjukkan adanya kenaikan rata-rata umur berbunga betina pada genotipe MDR 8.5.3 (G5) dari 68,667 hst (B) menjadi 71 hst (A). Peningkatan rata-rata umur berbunga betina sesuai dengan penelitian Ruswandi dan Syafi'i (2016), bahwa perlakuan naungan secara signifikan akan menurunkan tinggi tanaman dan tinggi tongkol, mengurangi diameter batang, serta memperlambat umur berbunga betina dan umur berbunga jantan.

Tabel 6. Bobot tongkol dengan kelobot per plot (g) di lingkungan normal dan naungan eukaliptus

Genotipe	Naungan	
	Tidak Ternaungi Eukaliptus	Ternaungi Eukaliptus
G1	1533,333 A	945,000 A
G2	2669,333 A	1642,500 A
G3	2355,000 A	1203,333 A
G4	2638,000 A	1670,000 A
G5	2835,000 A	1670,000 A
G6	2220,000 A	1432,500 A
G7	2028,000 A	1622,500 A
G8	2322,000 A	1710,000 A
G9	6643,333 A	1252,500 B
C1	6466,000 A	2093,333 B
C2	8795,333 A	1433,333 B
C3	5468,667 A	940,000 B
C4	5194,000 A	1448,333 B
C5	7165,333 A	1765,000 B

Keterangan: Rata-rata dalam satu baris yang diikuti huruf kapital yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Uji jarak berganda Duncan pada bobot tongkol dengan kelobot pada dua lingkungan yang ditampilkan pada Tabel 6 menunjukkan adanya penurunan rata-rata bobot tongkol dengan kelobot di bawah naungan. Genotip MBR 153.15.1 (G9) mengalami penurunan dari 6643,33 g (A) menjadi 1252,5 g (B), sama seperti varietas cek yang lain, sementara genotip lain yang diuji tidak mengalami penurunan.

Tabel 7. Bobot tongkol tanpa kelobot per plot (cm) di lingkungan normal dan naungan eukaliptus

Genotipe	Naungan	
	Tidak Ternaungi Eukaliptus	Ternaungi Eukaliptus
G1	1912,500 A	577,500 A
G2	2350,000 A	1316,250 A
G3	1820,000 A	1302,500 A
G4	2393,333 A	1260,000 A
G5	2160,000 A	1845,000 A
G6	1875,000 A	1248,333 A
G7	2150,000 A	1095,000 A
G8	2195,000 A	1180,000 A
G9	5983,333 A	930,000 B
C1	6416,667 A	1900,000 B
C2	7245,000 A	1323,333 B
C3	4483,333 A	804,167 B
C4	4460,000 A	1273,333 B
C5	6406,667 A	1455,000 B

Keterangan: Rata-rata dalam satu baris yang diikuti huruf kapital yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 7, hasil uji jarak berganda Duncan pada karakter bobot tongkol tanpa kelobot per plot menampilkan penurunan rata-rata bobot tongkol tanpa kelobot per plot pada genotipe MBR 153.15.1 (G9) dari 5983,33 g (A) menjadi 930 g (B) di bawah naungan. Delapan genotipe galur lainnya yang diuji tidak berbeda nyata pada dua lingkungan.

Tabel 8. Bobot tongkol dengan kelobot per sampel (g) di lingkungan normal dan naungan eukaliptus

Genotipe	Naungan	
	Tidak Ternaungi Eukaliptus	Ternaungi Eukaliptus
G1	102,222 A	63,000 A
G2	177,956 A	109,500 A
G3	157,000 A	80,222 A
G4	175,867 A	111,333 A
G5	189,000 A	147,500 A
G6	148,000 A	95,500 A
G7	135,200 A	108,167 A
G8	154,800 A	114,000 A
G9	442,889 A	83,500 B
C1	431,067 A	139,557 B
C2	586,356 A	95,556 B
C3	364,578 A	62,667 B
C4	346,578 A	62,667 B
C5	477,689 A	117,667 B

Keterangan: Rata-rata dalam satu baris yang diikuti huruf kapital yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Hasil uji jarak berganda Duncan pada karakter bobot tongkol dengan kelobot per sampel (Tabel 8) menunjukkan adanya penurunan rata-rata pada genotipe yang diuji di bawah naungan. Penurunan rata-rata bobot tongkol dengan kelobot per sampel terjadi pada genotipe MBR 153.15.1 (G9) dari 442,889 g (A) menjadi 83,5 g (B). Penurunan rata-rata bobot tongkol dengan kelobot per sampel juga dialami oleh kelima varietas cek yang diuji.

Tabel 9. Bobot tongkol tanpa kelobot per sampel (g) di lingkungan normal dan naungan eukaliptus

Genotipe	Naungan	
	Tidak Ternaungi Eukaliptus	Ternaungi Eukaliptus
G1	127,5 A	38,5 A
G2	156,667 A	87,75 A
G3	121,333 A	86,833 A
G4	159,556 A	84 A
G5	144 A	123 A
G6	125 A	83,222 A
G7	143,333 A	73 A
G8	146,333 A	78,667 A
G9	398,889 A	62 B
C1	427,778 A	126,667 B
C2	483 A	88,222 B
C3	298,889 A	53,611 B
C4	297,333 A	84,889 B
C5	427,111 A	97 B

Keterangan: Rata-rata dalam satu baris yang diikuti huruf kapital yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 9, hasil uji jarak berganda Duncan pada bobot tongkol tanpa kelobot per sampel menunjukan perbedaan yang nyata pada galur MBR 153.15.1 (G9). Penurunan rata-rata bobot tongkol tanpa kelobot di bawah naungan pada MBR 153.15.1 (G9) terjadi dari 398,88 g (A) menjadi 62 g (B). Delapan galur yang diuji menunjukkan tidak berbeda nyata pada dua lingkungan, sedangkan lima varietas cek yang diuji menampilkan adanya perbedaan yang nyata. Menurut Yuan (2012), naungan dengan penetrasi cahaya 50% pada jagung pada fase pertumbuhan dan perkembangan akan mempengaruhi jumlah biji dan hasil biji.

Tabel 10. Panjang tongkol di lingkungan normal dan naungan eukaliptus

Genotipe	Naungan	
	Tidak Ternaungi Eukaliptus	Ternaungi Eukaliptus
G1	14,916 A	13,000 A
G2	11,667 A	12,750 A
G3	11,722 A	12,167 A
G4	12,667 A	12,333 A
G5	13,111 A	15,000 A
G6	9,389 A	10,333 A
G7	13,111 A	10,333 A
G8	12,056 B	15,667 A
G9	15,833 A	12,000 B
C1	15,833 A	13,556 A
C2	18,944 A	15,056 B
C3	15,667 A	10,889 B
C4	14,389 A	12,556 A
C5	14,444 A	11,889 A

Keterangan: Rata-rata dalam satu baris yang diikuti huruf kapital yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Hasil uji jarak berganda Duncan pada panjang tongkol di lingkungan ternaungi eukaliptus menunjukkan adanya penurunan dan peningkatan rata-rata panjang tongkol pada galur yang diuji (Tabel 10). Peningkatan rata-rata panjang tongkol terjadi pada MDR 18.8.1 (G8) dari 12,05 cm (B) menjadi 15,66 cm (A), sedangkan penurunan rata-rata panjang tongkol terjadi pada MBR 153.15.1 (G9) dari 15,83 cm (A) menjadi 12 cm (B).

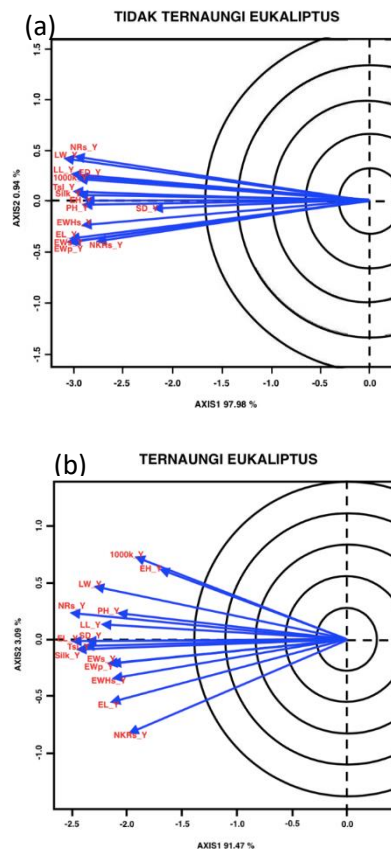
Tabel 11. Diameter tongkol di lingkungan normal dan naungan eukaliptus

Genotipe	E1	E2
	Tidak Ternaungi Eukaliptus	Ternaungi Eukaliptus
G1	4,367 A	3,700 B
G2	4,111 B	5,075 A
G3	3,833 A	3,875 A
G4	4,511 A	4,200 A
G5	4,511 A	4,933 A
G6	4,478 A	4,578 A
G7	4,089 A	4,000 A
G8	4,311 A	4,283 A
G9	4,433 A	4,356 A
C1	4,744 A	4,767 A
C2	4,678 A	3,867 B
C3	4,005 A	3,744 A
C4	4,567 A	4,367 A
C5	5,267 A	4,944 A

Keterangan: Rata-rata dalam satu baris yang diikuti huruf kapital yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Uji jarak berganda Duncan pada diameter tongkol yang ditampilkan pada tabel 11, menunjukkan adanya peningkatan dan penurunan rata-rata diameter tongkol pada galur yang diuji. Penurunan rata-rata diameter tongkol terjadi pada DR 5 (G1) dari 4,36 cm (A) menjadi 3,7 cm (B). Peningkatan rata-rata diameter tongkol terjadi pada DR 8 (G2) dari 4,11 cm (B) menjadi 5,07 cm (A). Pada BR 154 (G3), MDR 3.1.2 (G4), MDR 8.5.3 (G5), MDR 12.3.2 (G6), MDR 14.2.1 (G7), MDR 18.8.1 (G8), dan MBR 153.15.1 (G9) memiliki rata-rata yang tidak berbeda nyata pada diameter tongkol yang diuji di dua lingkungan, yaitu lingkungan normal tidak ternaungi eukaliptus dan ternaungi eukaliptus.

Pemberian perlakuan naungan eukaliptus pada tanaman jagung yang diuji dalam sistem agroforestri dapat mempengaruhi komponen pertumbuhan dan daya hasil jagung. Kurangnya intensitas cahaya matahari yang diperoleh tanaman jagung akibat naungan akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung (Elonard, 2015). Kekurangan cahaya akibat naungan, akan menyebabkan perubahan morfofisiologi tanaman seperti meningkatnya luas daun, panjang daun, dan lebar daun (Perrin and Mitchell, 2013; Elonard, 2015). Pengaruh naungan terhadap tanaman jagung juga akan menurunkan tinggi tanaman, tinggi tongkol, bobot biji dan hasil, serta memperlambat umur berbunga jantan dan betina (Yuan *et al.*, 2012).



Kode karakter: PH = tinggi tanaman, EH = tinggi tongkol, SD = diameter batang, LL = panjang daun, LW = lebar daun, Tsl = tasseling, Sil = silking, EWp = bobot tongkol dengan kelobot per plot, EWs bobot tongkol dengan kelobot per sampel, EWHs = bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, EL = panjang tongkol, ED = diameter tongkol, NRs = jumlah baris per sampel, NKR = jumlah biji per baris per sampel, 1000k = bobot 1000 biji.

Gambar 1. 'Tester Vector View' GYT biplot di lingkungan tidak ternaungi eukaliptus (a) dan ternaungi eukaliptus (b)

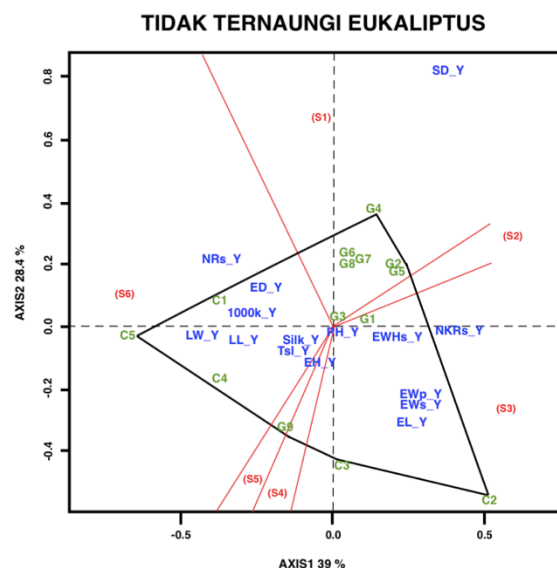
Analisis Genotype by Yield*Trait. Analisis *Genotype by Yield*Trait* merupakan metode pendekatan untuk memilih genotipe berdasarkan multi karakter. Metode ini dapat memberi peringkat genotipe berdasarkan penggabungan hasil (*Yield*) dengan karakter target dan diwaktu yang sama akan menunjukkan profil karakter pada genotipe, seperti kekuatan dan kelemahan (Yan and Frégeau-Reid, 2018). Analisis GYT biplot ini menggunakan bentuk biplot yang berbeda-beda, yaitu grafik *Average Tester Coordination*, grafik *Which Won Where*, dan grafik *Tester Vector View*.

Gambar 1 menunjukkan GYT biplot “*Tester Vector View*” pada galur jagung Padjadjaran di dua lingkungan, normal tidak ternaungi Eukaliptus (a) dan ternaungi Eukaliptus (b). Tampilan *Tester Vector View* menunjukkan korelasi antar karakter-karakter yang ditandai dengan terbentuknya sudut lancip antar vektor. Pada *Tester Vector View* GYT biplot lingkungan normal tidak ternaungi Eukaliptus, dapat dilihat bahwa setiap karakter yang diamati memiliki korelasi saling berhubungan erat. Kombinasi hasil*karakter yang membentuk sudut lancip cenderung berkorelasi positif satu sama lain (Yan and Frégeau-Reid, 2018).

Pada lingkungan ternaungi Eukaliptus, kombinasi hasil*karakter yang diamati membentuk beberapa kelompok asosiasi positif antar karakter. Korelasi yang kuat pada lingkungan ternaungi eukaliptus ditunjukkan antar kombinasi hasil*karakter bobot 1000 biji dan tinggi tongkol. Diameter tongkol, diameter batang, *tasseling*, dan *silking* juga menunjukkan korelasi yang positif yang memiliki ciri terbentuknya sudut lancip pada setiap vektor-vektornya. Pada lingkungan ternaungi terbentuk korelasi antara kombinasi hasil*karakter lebar daun, panjang daun, tinggi tanaman, jumlah baris per sampel, juga diantara kombinasi hasil*karakter bobot tongkol dengan kelobot per plot dan per sampel, bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, panjang tongkol, dan jumlah biji per baris per sampel.

Gambar 2 menunjukkan biplot “*Which Won Where*” pada jagung di lingkungan tidak ternaungi. Tampilan biplot *Which Won Where* bertujuan untuk melihat profil karakter dari setiap genotipe yang diuji (Yan and Frégeau-Reid, 2018). Tampilan GYT biplot *Which Won Where* pada galur yang tidak ternaungi eukaliptus menunjukkan terdapat enam sektor membagi poligon yang memiliki tiga *vertex*

poligon. Beberapa genotipe tersebar pada sektor satu (S1) dimana genotipe-genotipe tersebut memiliki nilai relatif lebih tinggi pada karakter diameter batang dibandingkan dengan genotipe yang tersebar di sektor lainnya. Galur-galur yang terletak pada S1 adalah DR 8 (G2), MDR 3.1.2 (G4), MDR 8.5.3 (G5), MDR 12.3.2 (G6), MDR 14.2.1 (G7), dan MDR 18.8.1 (G8). Pada sektor satu, terdapat MDR 3.1.2 (G4) yang terletak di *vertex* poligon, galur tersebut memiliki nilai kombinasi hasil*karakter diameter batang yang tertinggi.



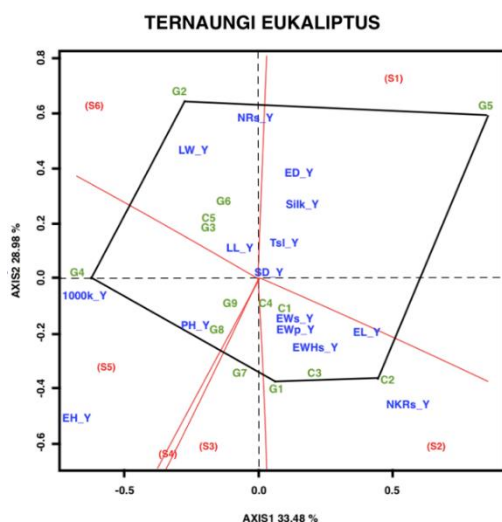
Kode karakter: PH = tinggi tanaman, EH = tinggi tongkol, SD = diameter batang, LL = panjang daun, LW = lebar daun, Tsl = tasseling, Silk = silking, EWP = bobot tongkol dengan kelobot per plot, EWhs = bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, EL = panjang tongkol, ED = diameter tongkol, NRs = jumlah baris per sampel, NKR = jumlah biji per baris per sampel, 1000k = bobot 1000 biji.

Gambar 2. GYT biplot “*Which Won Where*” di lingkungan normal tidak ternaungi eukaliptus

Berdasarkan tampilan *Which Won Where* GYT biplot pada Gambar 2, genotipe C2 (BISI 77) merupakan genotipe yang terletak pada sektor tiga (S3), memiliki nilai relatif tinggi pada penggabungan hasil dengan karakter tinggi tanaman, bobot tongkol dengan kelobot per plot, bobot tongkol dengan kelobot per sampel, bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, jumlah biji per baris per sampel, dan panjang tongkol karena terletak pada *vertex* poligon. Genotipe yang juga terletak pada S3 adalah galur G1 (DR 5), G3 (BR 154), dan varietas komersial C3 (BISI 2). Pada sektor lima (S5) terdapat galur G9 (MBR

153.15.1) yang memiliki nilai unggul pada kombinasi hasil dengan karakter tinggi tongkol. Varietas komersial C1 (NK 212), C4 (Pioneer 21), dan C5 (Pertiwi 3) tersebar pada sektor enam (S6). Ketiga genotipe tersebut memiliki nilai relatif lebih tinggi pada kombinasi hasil dengan karakter umur berbunga jantan, umur berbunga betina, panjang daun, lebar daun, diameter tongkol, jumlah baris per sampel, dan bobot 1000 biji.

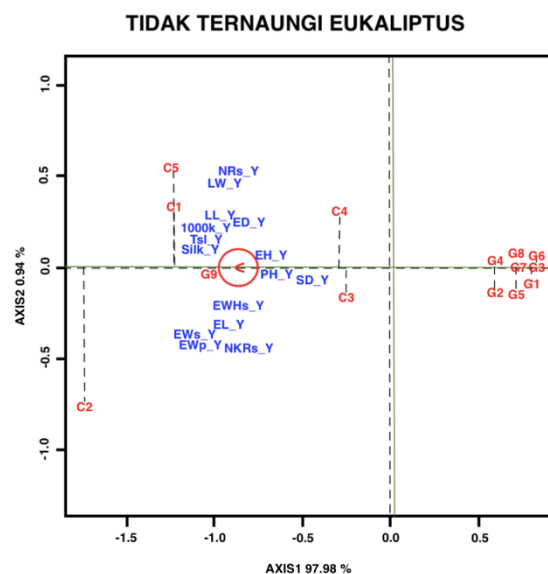
Pada Gambar 3, G1 (DR 5), G2 (DR 8), G4 (MDR 3.1.2), G5 (MDR 8.5.3), dan varietas komersial C2 (BISI 77) terletak pada lima *vertex* poligon. Galur MDR 8.5.3 (G5) merupakan genotipe yang terletak pada *vertex* poligon di S1 dan memiliki nilai tertinggi pada ED_Y, Silk_Y, Tsl_Y, dan SD_Y. Hal tersebut menandakan galur MDR 8.5.3 memiliki nilai yang relatif lebih unggul dibandingkan genotipe lainnya pada gabungan hasil dengan karakter diameter tongkol, umur berbunga betina, umur berbunga jantan, dan diameter batang. Galur G1 (DR 5) dan C2 (BISI 77) terletak pada *vertex* poligon di sektor dua (S2), yang menunjukkan bahwa G1 dan C2 memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan genotipe lainnya pada EWp_Y, EWs_Y, EWHs_Y, EL_Y, dan NKR_Y.



Kode karakter: PH = tinggi tanaman, EH = tinggi tongkol, SD = diameter batang, LL = panjang daun, LW = lebar daun, Tsl = tasseling, Silk = silking, EWp = bobot tongkol dengan kelobot per plot, EWs = bobot tongkol dengan kelobot per sampel, EWHs = bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, EL = panjang tongkol, ED = diameter tongkol, NRs = jumlah baris per sampel, NKR = jumlah biji per baris per sampel, 1000k = bobot 1000 biji.

Gambar 3. 'GYT biplot Which Won Where' di lingkungan ternaungi eukaliptus.

Tampilan *Which Won Where* GYT biplot yang ditampilkan pada Gambar 3, juga menunjukkan adanya tiga galur yang terletak pada sektor lima (S5). Ketiga galur tersebut adalah G4 (MDR 3.1.2), G8 (MDR 18.8.1), dan G9 (MDR 153.15.1). Galur G4 terletak pada *vertex* poligon di S5 yang menunjukkan G4 kemudian diikuti oleh G8 dan G9 memiliki nilai tertinggi untuk kombinasi hasil dengan karakter bobot 1000 biji, tinggi tongkol dan tinggi tanaman. Pada sektor enam (S6), galur G2 (DR 8) terletak pada *vertex* poligon yang menandakan G2 memiliki nilai tertinggi untuk gabungan hasil dengan karakter lebar daun, panjang daun, dan jumlah baris per sampel.

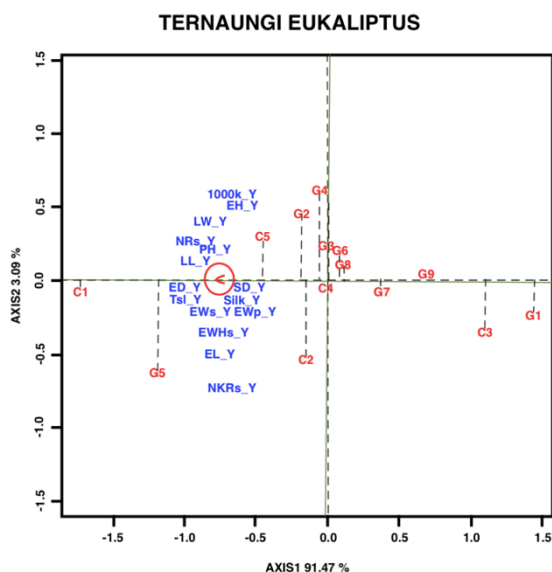


Kode karakter: PH = tinggi tanaman, EH = tinggi tongkol, SD = diameter batang, LL = panjang daun, LW = lebar daun, Tsl = tasseling, Silk = silking, EWp = bobot tongkol dengan kelobot per plot, EWs = bobot tongkol dengan kelobot per sampel, EWHs = bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, EL = panjang tongkol, ED = diameter tongkol, NRs = jumlah baris per sampel, NKR = jumlah biji per baris per sampel, 1000k = bobot 1000 biji.

Gambar 4. GYT biplot 'Average Tester Coordination' di lingkungan tidak ternaungi eukaliptus.

Average Tester Coordination digunakan untuk memberikan peringkat pada genotipe berdasarkan keseluruhan dari keunggulan dan kegunaan genotipe tersebut (Yan and Frégeau-Reid, 2018). Berdasarkan Gambar 4, genotipe yang memiliki nilai tertinggi adalah C2 (BISI 77) > C1 (NK 212) > C3 (BISI 2) > G9 (MDR 153.15.1), sedangkan galur yang memiliki nilai terendah

adalah G6 (MDR 12.3.2), G3 (BR 154), dan G1 (DR 5). Galur G9 (MBR 153.15.1) memiliki profil karakter relatif stabil karena dekat dengan garis *Average Tester* (AT). G9 memiliki profil karakter yang relatif kuat pada karakter tinggi tongkol, tinggi tanaman, diameter batang, bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, panjang tongkol, bobot tongkol dengan kelobot per plot dan per sampel, dan jumlah biji per baris per sampel. Genotipe G9 relatif lemah pada karakter jumlah baris per sampel, lebar daun, panjang daun, diameter tongkol, bobot 1000 biji, umur berbunga jantan, dan umur berbunga betina.



Kode karakter: PH = tinggi tanaman, EH = tinggi tongkol, SD = diameter batang, LL = panjang daun, LW = lebar daun, Tsl = tasseling, Silk = silking, EWp = bobot tongkol dengan kelobot per plot, EWs = bobot tongkol dengan kelobot per sampel, EWHs = bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, EL = panjang tongkol, ED = diameter tongkol, NRs = jumlah baris per sampel, NKR = jumlah biji per baris per sampel, 1000k = bobot 1000 biji.

Gambar 5. GYT biplot *Average Tester Coordination* di lingkungan ternaungi eukaliptus

Berdasarkan gambar 5, genotipe yang memiliki nilai tertinggi adalah C1 (NK 212) > G5 (MDR 8.5.3) > C5 (Pertiwi 3) > G2 (DR 8) > C2 (BISI 77) > G4 (MDR 3.1.2), sedangkan yang memiliki nilai terendah adalah G1 (DR 5), C3 (BISI 3) dan G9 (MBR 153.15.1). Genotipe G5 (MDR 8.5.3) memiliki profil karakter yang kuat pada karakter diameter tongkol, diameter batang, umur berbunga jantan, umur berbunga betina, bobot tongkol dengan kelobot per plot dan per sampel, bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, panjang tongkol, dan jumlah biji per

baris per sampel. Galur MDR 8.5.3 cenderung lemah pada karakter lebar daun, tinggi tanaman, jumlah baris per sampel, panjang daun, tinggi tongkol, dan bobot 1000 biji. Galur G2 (DR 8) dan G4 (MDR 3.1.2) memiliki profil karakter yang relatif kuat pada karakter panjang daun, tinggi tongkol, lebar daun, tinggi tanaman, jumlah baris per sampel, dan bobot 1000 biji. Kedua genotipe tersebut memiliki kelemahan pada karakter diameter tongkol, diameter batang, umur berbunga jantan, umur berbunga betina, bobot tongkol dengan kelobot per plot dan per sampel, bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, panjang tongkol, dan jumlah biji per baris per sampel.

Pengembangan jagung pada areal agroforestri memiliki masalah utama, yaitu rendahnya intensitas cahaya matahari akibat adanya tegakan pohon, sehingga diperlukan kultivar jagung yang toleran terhadap intensitas cahaya rendah. Syafi'i *et al.* (2016) mengusulkan beberapa indeks toleransi yang dapat digunakan untuk menyeleksi genotipe-genotipe yang toleran cekaman naungan berdasarkan hasil genotipe tersebut pada kondisi cekaman dan kondisi normal. Indeks toleransi yang digunakan dalam penilaian genotipe jagung toleran yang diusulkan Syafi'i *et al.* (2016) berdasarkan rumus menurut Fischer and Maurer (1978), Bouslama and Schapaugh (1984), Fernandez (1992), Rosielle and Hamblin (1981), dan Gavuzzi *et al.* (1997).

Hasil penilaian rata-rata indeks toleransi cekaman naungan eukaliptus ditampilkan pada Tabel 12 berdasarkan daya hasil jagung di dua lingkungan. Pada penelitian Syafi'i *et al.* (2016), komponen MP, GMP dan STI memiliki korelasi positif dan signifikan terhadap hasil lingkungan cekaman naungan dan normal. Berdasarkan indeks toleransi tersebut dapat diketahui bahwa ketiga komponen tersebut dapat dijadikan indeks yang baik untuk menilai suatu genotip toleran terhadap cekaman naungan. Rata-rata hasil indeks MP, GMP, dan STI yang tertinggi dimiliki oleh varietas komersial NK 212, BISI 77, Pertiwi 3, Pioneer 21, dan galur MBR 153.15.1 serta MDR 8.5.3.

Nilai TOL dan SSI yang rendah menunjukkan genotipe mengalami penurunan hasil biji yang rendah dan stabilitas hasil biji yang baik pada dua kondisi lingkungan (Syafi'i *et al.*, 2016). Nilai TOL dan SSI terendah terdapat pada galur- galur DR 8, MDR 8.5.3, BR 154, dan MDR 12.3.2. Genotipe yang memiliki nilai YSI yang tinggi memiliki kerentanan yang rendah dan stabilitas hasil yang

tinggi pada kedua lingkungan (Syafi'i *et al.*, 2016). Nilai YSI tertinggi terdapat pada galur- galur DR 8, MDR 8.5.3, BR 154, dan MDR 12.3.2. Komponen YSI dan YI yang bernilai tinggi dapat diartikan genotipe tersebut memiliki hasil paling stabil pada kondisi cekaman naungan (Syafi'i *et al.* 2016). Varietas cek NK 212 dan Pertiwi 3, serta galur MDR 8.5.3 dan DR 8 memiliki nilai YI tertinggi.

Varietas cek NK 212 memiliki nilai STI paling tinggi yaitu 0,85, kemudian diikuti oleh BISI 77 (0,71), Pertiwi 3 (0,66), Pioneer 21 (0,40), dan BISI 2 (0,25). Galur MBR 153.15.1 memiliki nilai STI yang lebih baik dibandingkan dengan varietas cek Pioneer 21 dan BISI 2. Galur MDR 8.5.3 juga memiliki nilai STI yang lebih baik dibandingkan dengan varietas cek BISI 2. Berdasarkan hasil analisis indeks toleransi, genotipe yang memiliki toleransi yang baik adalah NK 212, BISI 77, Pertiwi 3, MBR 153.15.1, Pioneer 21, dan MDR 8.5.3 karena memiliki nilai *Stress Tolerance Index* (STI) tertinggi. Genotipe NK 212 memiliki nilai STI tinggi dan juga memiliki keunggulan pada kombinasi hasil dengan karakter bobot tongkol dengan kelobot per plot dan per sampel, bobot tongkol tanpa kelobot per sampel, dan panjang tongkol.

Kesimpulan

Cekaman naungan eukaliptus berpengaruh nyata terhadap beberapa karakter dan komponen daya hasil galur jagung Padjadjaran yang diuji, seperti tinggi tongkol, diameter batang, lebar daun, umur berbunga, bobot tongkol dengan kelobot, bobot tongkol tanpa kelobot, panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah biji per baris biji, dan jumlah baris biji.

Adanya interaksi yang berbeda nyata antara genotipe dengan lingkungan pada karakter tinggi tongkol, diameter batang, lebar daun, umur berbunga betina, bobot tongkol dengan kelobot per plot dan per sampel, bobot tongkol tanpa kelobot per plot dan per sampel, panjang tongkol, dan diameter tongkol.

Berdasarkan pemberian peringkat analisis GYT Biplot, genotipe jagung terbaik yang diuji pada lingkungan tidak ternaungi adalah C2 (BISI 77), C1 (NK 212), C3 (BISI 2), dan G9 (MBR 153.15.1). Pada lingkungan ternaungi eukaliptus, genotipe dengan ranking tertinggi adalah C1 (NK 212), G5 (MDR 8.5.3), C5 (Pertiwi 3), G2 (DR 8), C2 (BISI 77), dan G4 (MDR 3.1.2).

Nilai Indeks Toleransi Cekaman (ITC) atau Stress Tolerance Index (STI) bervariasi, bernilai 0 sampai dengan 1. Nilai STI tertinggi adalah NK 212, diikuti oleh BISI 77, Pertiwi 3, MBR 153.15.1, Pioneer 21, dan MDR 8.5.3.

Tabel 12. Hasil rata-rata indeks toleransi dan rata-rata genotipe jagung di lingkungan tidak ternaungi dan ternaungi eukaliptus

Genotipe	Yp	Ys	SSI	TOL	MP	GMP	STI	YSI	YI
DR 5	1912,50	577,50	1,02	1335,00	1245,00	1042,86	0,08	0,32	0,47
DR 8	2350,00	1316,25	-0,44	1033,75	1833,13	1589,89	0,20	1,27	1,08
BR 154	1820,00	1302,50	0,24	517,50	1561,25	1515,38	0,18	0,83	1,06
MDR 3.1.2	2393,33	1260,00	0,60	1133,33	1826,67	1695,53	0,24	0,61	1,01
MDR 8.5.3	2160,00	1845,00	-0,21	315,00	2002,50	1921,31	0,28	1,12	1,51
MDR 12.3.2	1875,00	1248,33	0,44	626,67	1561,67	1511,50	0,17	0,70	0,99
MDR 14.2.1	2150,00	1095,00	0,67	1055,00	1622,50	1514,99	0,20	0,56	0,89
MDR 18.8.1	2195,00	1180,00	0,65	1015,00	1687,50	1592,62	0,21	0,57	0,95
MBR 153.15.1	5983,33	930,00	1,24	5053,33	3456,67	2294,63	0,42	0,18	0,72
NK 212	6416,67	1900,00	1,06	4516,67	4158,33	3350,40	0,85	0,30	1,45
BISI 77	7245,00	1323,33	1,25	5921,67	4284,17	3076,75	0,71	0,17	1,03
BISI 2	4483,33	804,17	1,19	3679,17	2643,75	1824,51	0,25	0,22	0,66
PIONEER 21	4460,00	1273,33	1,07	3186,67	2866,67	2356,37	0,40	0,29	1,00
PERTIWI 3	6406,67	1455,00	1,15	4951,67	3930,83	3021,26	0,66	0,24	1,18
Rata-Rata	3415,35	1231,84	0,64	2183,51	2323,59	1910,86	0,32	0,57	0,99

Keterangan: Yp = hasil biji tanpa cekaman naungan, Ys = hasil biji dibawah cekaman naungan, SSI = indeks kepekaan lingkungan, TOL = indeks toleransi, MP = hasil rata-rata, GMP = hasil rata-rata geometri, STI = indeks toleransi terhadap cekaman, YSI = indeks stabilitas hasil, YI = indeks hasil.

Ucapan Terima Kasih

Tim peneliti menyampaikan ucapan terima kasih pada Universitas Padjadjaran yang telah membiayai penelitian ini melalui skema Riset Kompetensi Dosen Unpad (RKDU) 2020 yang diberikan pada Dedi Ruswandi.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Produksi Kehutanan 2017. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Produksi Kehutanan 2018. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Statistik Produksi Kehutanan 2019. Badan Pusat Statistik.
- Bani, P.W. 2018. Karakterisasi fenotip dan kekerabatan varietas jagung lokal kabupaten Timor Tengah Utara. Jurnal Pertanian Konservasi Lahan Kering. Savana Cendana 3 (3) 41-42 (2018).
- Bouslama, M. dan W.T. Schapaugh. 1984. Stress tolerance in soybeans. I. evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science, 24(5), 933.
- Chippendale, G.M. 1988. Flora of Australia: Myrtaceae-Eucalyptus, Angophora. Australia Government Publishing Service, Canberra.
- Elonard, A. 2015. Optimasi jagung dan kedelai hitam dengan sistem agroforestri kayu putih di Gunungkidul. Agrivet (2015) 19: 7-12.
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In C. G. Kuo (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. Publication, Tainan, Taiwan.
- Fischer, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, 29(5): 897-912.
- Gavuzzi, P., F. Rizza, M. Palumbo, R.G. Campanella, L.G. Ricciardi, and B. Borghi. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Canadian J. Plant Sci, 77: 523-531.
- Kementerian Pertanian. 2015. Rencana strategis kementerian pertanian 2015-2019. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015.
- Pannikai, S., R. Nurmawati, S. Mulatsih, dan H. Purwati. 2017. Analisis ketersediaan jagung nasional menuju pencapaian swasembada dengan pendekatan model dinamik. Informatika Pertanian, Vol. 26. No.1 Juni 2017: 41 - 48.
- Perrin, P.M. and F.J.G. Mitchell. 2013. Effects of shade on growth, biomass allocation and leaf morphology in european yew (*Taxus baccata* L.). European Journal of Forest Research. March 2013, Vol. 132, Issue 2, pp 211-218.
- Pribadi, A. 2016. Hutan tanaman industri jenis Eucalyptus sp. sebagai pakan lebah madu di Riau. Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan kuok. Info teknis EBONI. Vol. 13 No.2: 105-118.
- Rosielle, A.A., and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Science, 21(6), 943.
- Ruswandi, D., A.E.P. Anggia, A.O. Canama, H. Marta, S. Ruswandi, dan E. Suryadi. 2014. Mutation breeding of maize for anticipating global climate change in Indonesia. Asian J. Agric. Res., 8: 234-247.
- Ruswandi, D. dan M. Syafi'i. 2016. Seleksi pendahuluan beberapa genotip jagung Unpad potensial toleran naungan pada sistem agroforestri dengan albizia. Jurnal Agrotek Indonesia, 1 (1): 47 - 56 (2016).
- Sulichantini, E.D. 2016. Pertumbuhan tanaman *Eucalyptus pellita* F. Muell di lapangan dengan menggunakan bibit hasil perbanyakan dengan metode kultur jaringan, stek pucuk, dan biji. Ziraah, 41(2): 269 - 275.
- Syafi'i, M., I. Cartika, dan D. Ruswandi. 2016. Penilaian tingkat respon galur jagung Unpad toleran naungan pada sistem agroforestri dengan albizia (*Albizia falcataria* L.) berdasarkan komponen indeks toleransi. Jurnal Agrotek Indonesia, 1 (2): 73 - 80 (2016).
- Yan, W. and J. Frégeau-Reid. 2018. Genotype by yield*trait (GYT) biplot: a novel approach for genotype selection based on multiple traits. Scientific Reports. 8: 8242 (2018).
- Yuan, L., J. Tang, X. Wang, and C. Li. 2012. QTL analysis of shading sensitive related traits in maize under two shading treatments. PLoS ONE 7(6): e38696.
- Yuwariah, Y., A.W. Irwan, M. Syafi'i, dan D. Ruswandi. 2017. Pengaruh pola tanam tumpangsari jagung dan kedelai terhadap pertumbuhan dan hasil jagung hibrida dan evaluasi tumpangsari di Arjasari Kabupaten Bandung. Jurnal Kultivasi Vol. 16 (3) Desember. 2017.

Manurung, G.P. · Kusumiyati · J.S. Hamdani

Pengaruh interval penyiraman terhadap pertumbuhan dan adaptasi tiga bawang merah komersial

Sari. Air merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pemberian air yang sering dapat menyebabkan kelembaban tinggi (> 70%) dan menjadi tempat tumbuh yang baik bagi hama dan penyakit sedangkan air yang tidak mencukupi dapat menyebabkan cekaman kekeringan bagi tanaman. Bawang merah merupakan salah satu tanaman yang peka terhadap ketersediaan air. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan interval penyiraman yang efektif dan efisien terhadap pertumbuhan tiga kultivar unggul bawang merah. Percobaan dilaksanakan di kebun percobaan milik Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran ($\pm$ 730 meter di atas permukaan laut). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terbagi yang terdiri dari tiga petak utama dan tiga anak petak yang diulang sebanyak 4 kali. Petak utama adalah kultivar, yang terdiri dari kultivar (*cv.*) Bima, *cv.* Trisula, dan *cv.* Sumenep, sedangkan anak petak adalah interval penyiraman, yang terdiri dari penyiraman sehari sekali, dua hari sekali, dan tiga hari sekali. Hasil percobaan menunjukkan adanya interaksi antara interval penyiraman dan kultivar terhadap bobot akar dan kadar air relatif daun. Pengaruh mandiri dari perlakuan kultivar maupun interval penyiraman mempengaruhi tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar, sementara tidak terjadi pengaruh yang nyata pada kandungan klorofil maupun konduktansi stomata. Tanaman bawang merah dapat beradaptasi pada kekurangan air dengan memperpendek tinggi tanaman, mengurangi jumlah daun, dan memperpanjang akar. Interval penyiraman yang menghasilkan pertumbuhan terbaik pada semua kultivar yang diuji adalah sehari sekali.

Kata kunci : Klorofil · Konduktansi stomata · *cv.* Bima · *cv.* Trisula · *cv.* Sumenep

Effect of watering interval to the growth and adaptation of three commercial cultivars of shallot

Abstract. Water is one of environmental factor that affect plant growth and development. Frequent watering can cause high humidity (> 70%) and become a good medium and growing place for pest and disease, but infrequent watering can cause water stress for the plant. Shallot is one of the sensitive plant to water availability. This study aimed to determine the effective and efficient watering interval for supporting the growth of three superior cultivars of shallot. The experiment was conducted in the experimental garden of Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran ($\pm$ 730 meter above sea level). The experimental design was split plot design consisted of three main plots, three sub plots and four replications. The main plot was cultivar, i.e., *cv.* Bima, *cv.* Trisula, and *cv.* Sumenep. The sub plot was watering interval, i.e., once a day (1 day 1x), once in two days (2 days 1x), and once in three days (3 days 1x). The result showed that there was an interaction between watering intervals and cultivars on root weight and relative water content of leaves. The independent effect of cultivar factor and watering interval affected plant height, number of leaves, and root length, while there was no significant effect on chlorophyll content and stomatal conductance. Shallot could adapt to water shortages by shortening plant height, reducing the number of leaves, and extending roots. Watering interval that caused the best growth performance on all tested cultivars was once a day.

Keywords : Chlorophyll · Stomatal conductance · *cv.* Bima · *cv.* Trisula · *cv.* Sumenep

Diterima : 27 Juli 2021, Disetujui : 9 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022

DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.34836](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.34836)

Manurung, G.P. · Kusumiyati · J.S. Hamdani

Fakultas Pertanian Unpad, Jalan Raya Bandung Sumedang km. 21 Jatinangor, Sumedang 45363

Korespondensi: grace.manurung8282@gmail.com

Pendahuluan

Bawang merah (*Allium ascalonicum*) merupakan salah satu tanaman yang biasanya ditanam di dataran rendah dan memiliki perakaran yang dangkal sehingga sensitif terhadap lingkungan. Bawang merah banyak dikonsumsi masyarakat karena memiliki nilai gizi yang tinggi. Nilai gizi dalam 100 g bawang merah adalah air 79,80 g, vitamin B5 0,290 mg, fosfor 60 mg, kalium 334 mg, dan kalsium 37 mg (United States Department of Agriculture National Nutrient Database, 2016). Bawang merah dapat dimanfaatkan sebagai sayur, produk olahan seperti bawang goreng, dan sebagai produk biofarmaka karena memiliki senyawa metabolit sekunder yang berguna bagi kesehatan manusia. Beberapa senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam bawang merah yaitu *gallic acid*, *apigenin*, *isoquercetin*, *kaempferol*, *quercetin*, dan *tannic acid* (Sittisart *et al.*, 2017).

Bawang merah merupakan salah satu komoditas yang sudah diekspor ke negara lain. Kegiatan ekspor bawang merah merupakan kegiatan yang menguntungkan bagi Indonesia karena dapat menambah devisa negara. Indonesia merupakan negara eksportir terbesar keempat setelah New Zealand, Perancis, dan Netherland yang memenuhi kebutuhan bawang merah dunia pada tahun 2009 – 2013 (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (Pusdatin), 2016). Menurut Pusdatin (2016), sebagian besar produksi bawang merah di Indonesia (85,33%) disuplai oleh provinsi sentra, yaitu Jawa Tengah (40,59%), Jawa Timur (23,16%), Jawa Barat (11,10%), Nusa Tenggara Barat (10,48%), dan sisanya dihasilkan oleh provinsi lain (14,67%).

Beberapa kultivar bawang merah menjadi kultivar unggulan yang banyak dibudidayakan oleh petani di berbagai daerah di Indonesia. Penggolongan sifat bawang merah dapat dibedakan berdasarkan: daerah tumbuh (dataran rendah atau dataran tinggi, yaitu 0-1.000 meter di atas permukaan laut), musim tanam (musim kemarau atau musim hujan), dan penggunaan (sebagai bumbu atau produk olahan). Beberapa kultivar bawang merah yang sering dikonsumsi, yaitu: kultivar (*cv.*) Bima, *cv.* Trisula, dan *cv.* Sumenep. Kultivar Bima merupakan kultivar bawang merah yang berasal dari Brebes (Jawa Tengah) dan paling sering dibudidayakan oleh petani di berbagai provinsi di Indonesia karena kemampuan adaptasinya

yang baik di berbagai daerah di Indonesia, serta memiliki sifat yang cukup tahan terhadap busuk umbi. Kultivar Trisula merupakan kultivar yang bisa ditanam di dataran tinggi sehingga produksi bawang merah di Indonesia dapat merata. Kultivar ini banyak dibudidayakan di Jawa Barat. Kultivar Sumenep merupakan kultivar bawang merah yang berasal dari Jawa Timur dan memiliki kadar air yang rendah dibandingkan kultivar yang lain, sehingga sering dimanfaatkan sebagai produk olahan seperti bawang goreng.

Secara umum, pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh interaksi genetik dan lingkungan tumbuh (Ahakpaz *et al.*, 2021). Lingkungan yang baik dan genetik tanaman yang unggul akan menghasilkan pertumbuhan dan hasil tanaman yang baik. Penanaman kultivar unggul dengan lingkungan yang baik serta faktor lingkungan yang optimal menjadi keuntungan bagi produsen bawang merah.

Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang optimal adalah lingkungan. Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi adalah air. Air memiliki peranan penting bagi tanaman, yaitu sebagai bahan dasar untuk metabolisme tanaman, berperan dalam respirasi dan fotosintesis, pelarut di dalam tanah untuk nutrisi tanaman, pengatur temperatur melalui transpirasi, mengatur turgiditas sel, dan terlibat dalam pengangkutan metabolit dari akar ke daun (Levitt, 1980).

Tanaman membutuhkan air bagi keberlangsungan hidupnya. Air yang terlalu menggenang dapat menyebabkan kelembaban yang tinggi sehingga dapat menjadi tempat yang baik bagi hama dan penyakit untuk tumbuh. Selain itu, kelebihan air yang menggenang dapat menyebabkan terjadinya penurunan suplai oksigen sehingga dapat mengganggu proses pertumbuhan tanaman (Hamdani *et al.*, 2020). Kekurangan air dapat menyebabkan cekaman kekeringan bagi tanaman yang berdampak terhadap pertumbuhan tanaman yang tidak optimal dan cenderung menurun. Cekaman kekeringan akan direspons oleh tanaman sebagai upaya pertahanan diri. Respons yang diberikan tanaman berupa penurunan konduktansi stomata, klorofil, dan tinggi tanaman (Delazari *et al.*, 2018).

Tanaman bawang merah merupakan tanaman yang membutuhkan air yang cukup, serta rentan terhadap kekeringan ataupun

genangan. Pemberian air yang cukup bagi bawang merah dapat memberikan pertumbuhan optimal bagi tanaman. Pemberian air yang tepat dapat diperoleh dengan interval penyiraman, waktu penyiraman, dan volume penyiraman yang tepat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi interval penyiraman yang tepat untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimal pada kultivar unggul bawang merah yang secara umum dimanfaatkan sebagai sayuran (*cv.* Bima dan *cv.* Trisula) dan produk olahan (*cv.* Sumenep).

Bahan dan Metode

Percobaan dilaksanakan dari bulan Oktober sampai Desember 2020. Penanaman dan pengamatan pertumbuhan dilaksanakan di lahan yang diberi naungan plastik UV di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat (6°55'34.0" LS dan 107°46'20.7" BT) dengan ketinggian tempat ±730 meter di atas permukaan laut. Penanaman bawang merah dilakukan di dalam polibag (diameter 15 cm) dengan komposisi media tanah, kompos, dan arang sekam dengan perbandingan volume 1:1:1. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terbagi (*Split-Plot Design*) yang terdiri dari 3 taraf kultivar sebagai petak utama dan 4 taraf perlakuan pemberian air sebagai anak petak yang kombinasinya diulang sebanyak 4 kali. Taraf petak utama terdiri dari *cv.* Bima, *cv.* Trisula, dan *cv.* Sumenep, sedangkan taraf anak petak terdiri dari pemberian air sehari sekali, dua hari sekali, dan tiga hari sekali, sehingga kombinasi perlakuan adalah $3 \times 3 = 9$. Setiap plot terdapat 6 polybag, sehingga total seluruh tanaman dalam percobaan adalah 216 polybag.

Perlakuan penyiraman dilakukan pada tanaman bawang merah pada saat tanaman berumur 2 sampai 7 minggu setelah tanam (MST). Jumlah air yang diberikan pada perlakuan disesuaikan dengan kapasitas lapang, yaitu 200 mL pada setiap penyiraman. Pengukuran kapasitas lapang dilakukan dengan cara menghitung selisih volume air yang diberikan pada tanaman dengan volume air sisa di wadah penampungan selama 2×24 jam (Khaerana *et al.*, 2008).

Pengamatan penunjang yang dilakukan yaitu pengamatan suhu harian rata-rata (°C) dan

kelembaban harian rata-rata (%) yang dilakukan sebanyak tiga kali setiap hari, yaitu pada pukul 07.30 (t_1 dan Rh_1), 13.00 (t_2 dan Rh_2), dan 17.30 (t_3 dan Rh_3) menggunakan *thermo-hygrometer*. Hasil pengukuran dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Suhu harian rata-rata (}^{\circ}\text{C)} = \frac{(2 \times t_1) + t_2 + t_3}{4}$$

$$\text{Kelembaban harian rata-rata (\%)} = \frac{(2 \times Rh_1) + Rh_2 + Rh_3}{4}$$

Pengamatan utama yang dilakukan adalah:

1. Tinggi Tanaman. Pengukuran dilakukan pada saat tanaman berumur 1 – 7 MST dengan menggunakan penggaris. Pengukuran tinggi dilakukan dari pangkal batang bawah yang muncul di atas permukaan tanah sampai ujung daun tertinggi.
2. Jumlah Daun. Pengamatan dilakukan dengan menghitung rata-rata jumlah daun per tanaman yang berwarna hijau. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman berumur 1 – 7 MST.
3. Panjang Akar. Pengukuran dilakukan pada saat panen dengan cara membersihkan akar tanaman dari tanaman dan kotoran, kemudian akar dipotong dari pangkal umbi. Panjang akar diukur dari pangkal akar sampai ujung akar terpanjang menggunakan penggaris.
4. Bobot Akar. Pengukuran bobot akar dilakukan segera setelah panen. Akar dibersihkan dari tanah dan kotoran yang masih menempel. Akar yang telah bersih dipotong dari umbi dan ditimbang dengan menggunakan neraca digital.
5. Indeks Kandungan Klorofil. Pengukuran dilakukan pada saat tanaman berumur 5 MST dengan menggunakan klorofil meter (Konica Minolta SPAD-502 Plus).
6. Konduktansi Stomata. Pengukuran dilakukan pada saat tanaman berumur 5 MST dengan menggunakan *leaf porometer* (Decagon inc. US).
7. Kadar Air Relatif Daun (KARD). Pengukuran dilakukan pada saat tanaman berumur 7 MST. Pengukuran dilakukan dengan cara memotong 10 daun segar (panjang ± 1 cm) dan menimbanginya (bobot basah), kemudian menimbang bobot daun tersebut setelah direndam di dalam akuades selama 24 jam pada suhu ruang (bobot

jenuh), dan menimbang bobot daun konstan yang telah dioven (60°C) selama 24 jam (bobot kering). Kadar air relatif daun dihitung dengan menggunakan rumus (Smart and Bringham, 1974):

$$KARD = \frac{\text{Bobot basah} - \text{bobot kering}}{\text{Bobot jenuh} - \text{bobot kering}} \times 100\%$$

Data hasil pengamatan pada percobaan ini dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) pada taraf nyata 5%. Jika terdapat pengaruh dari perlakuan maka dilakukan pengujian lanjutan dengan metode analisis Uji Lanjut Tukey pada taraf nyata 5%.

Hasil dan Pembahasan

Suhu dan Kelembaban Harian Rata-rata. Suhu rata-rata selama penelitian pada bulan Oktober sampai Desember masing-masing yaitu 27,6 °C, 26,0 °C, dan 26,0 °C. Kelembaban rata-rata yaitu 62,4%, 71,5%, dan 70,6%. Menurut Balai Penelitian Tanaman Sayuran (1995), suhu optimum untuk pertumbuhan bawang merah adalah 20 – 30 °C sedangkan kelembaban optimum adalah 50 – 70%. Berdasarkan hal tersebut, suhu dan kelembaban selama penelitian dinilai optimum untuk pertumbuhan bawang merah.

Tinggi Tanaman. Tinggi tanaman bawang merah meningkat pada setiap kultivar dari 1 – 5 MST, namun menurun pada 6 dan 7 MST (Tabel 1). Hal ini terjadi karena pada umur 6 MST, bawang merah sudah berada pada fase menuju panen, sehingga nutrisi yang diserap tanaman difokuskan kepada pembesaran umbi.

Perlakuan interval penyiraman menunjukkan pengaruh mandiri yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman. Tinggi tanaman pada perlakuan interval penyiraman berbeda nyata pada umur 4 – 7 MST. Hal ini diduga karena pada perlakuan penyiraman mulai dilakukan saat tanaman berumur 2 MST, kemudian tanaman baru memberikan respons terhadap interval penyiraman yang berbeda setelah berumur 4 MST (2 minggu setelah perlakuan penyiraman dilakukan). Tanaman yang diberi penyiraman setiap hari menunjukkan nilai tertinggi dibanding dengan penyiraman 2 dan 3 hari sekali. Hal ini terjadi karena interval penyiraman yang lebih sering diberikan kepada tanaman sehingga jumlah air yang tersedia di dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman lebih banyak.

Ketersediaan air di dalam tanah memiliki peranan penting bagi proses pertumbuhan tanaman. Tanaman akan memberikan respons yang berbeda terhadap lingkungan dengan ketersediaan air yang rendah. Respons yang ditunjukkan tanaman agar tetap bertahan hidup pada lingkungan yang tidak optimal adalah dengan cara mengurangi penggunaan air secara molekuler dan melakukan penyesuaian terhadap lingkungan tersebut (Osakabe *et al.*, 2014). Respons tersebut termasuk aktivitas fotosintesis, peningkatan antioksidan, peningkatan kadar hormon tanaman, mengaktifkan gen dan protein untuk ketahanan tanaman terhadap cekaman, serta perubahan morfologi tanaman, seperti tinggi tanaman dan pertumbuhan daun serta akar (Wu *et al.*, 2022).

Tabel 1. Pengaruh mandiri jenis kultivar bawang merah dengan interval penyiraman terhadap tinggi tanaman

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)						
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST
Petak Utama							
Cv. Bima	6,75 a	21,55 b	30,10 b	39,14 b	48,24 b	47,64 b	44,74 b
Cv. Trisula	4,98 a	23,10 b	29,65 b	37,24 b	43,50 b	43,36 b	41,85 b
Cv. Sumenep	4,66 a	13,64 a	19,97 a	26,98 a	32,21 a	39,35 a	36,94 a
Anak Petak							
1 hari sekali	5,29 a	19,56 a	26,99 a	35,34 b	43,67 b	44,86 b	43,82 b
2 hari sekali	5,33 a	18,78 a	25,95 a	33,66 a	39,53 a	41,86 a	41,06 a
3 hari sekali	5,59 a	20,18 a	26,28 a	33,66 a	40,19 a	40,45 a	40,21 a

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut Tukey pada taraf nyata 5%.

Pertumbuhan tinggi tanaman dipengaruhi oleh proses pembelahan dan pembesaran sel yang terjadi apabila sel mengalami turgiditas, yang dipengaruhi oleh ketersediaan air (Marzukoh et al., 2013). Menurut Nugraheni et al. (2018), tinggi tanaman menurun seiring dengan sedikitnya air yang tersedia di dalam tanah karena cekaman air dapat menghentikan pembelahan sel, sehingga ukuran tanaman lebih kecil atau kerdil. Tinggi tanaman juga dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis di dalam tanaman. Aktivitas fotosintesis yang terganggu akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Kesiime et al. (2015), perkembangan sel dapat menurun dan menyebabkan pertumbuhan tinggi tanaman terhambat pada saat tanaman kekurangan air.

Jumlah Daun. Kultivar Trisula menunjukkan jumlah daun terbanyak dibandingkan dengan *cv.* Bima dan *cv.* Sumenep (Tabel 2). Jumlah daun paling sedikit ditemukan pada *cv.* Bima dibandingkan dengan kedua kultivar lainnya.

Jumlah daun bawang merah yang diberi perlakuan interval penyiraman menunjukkan perbedaan nyata pada umur 4 – 7 MST. Hal ini diduga karena tanaman mulai memberikan respons terhadap perlakuan interval penyiraman setelah 4 MST. Perlakuan dengan penyiraman setiap hari merupakan perlakuan dengan jumlah daun terbanyak sedangkan perlakuan penyiraman tiga hari sekali merupakan perlakuan dengan jumlah daun paling sedikit. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ariska & Diah (2017), frekuensi pemberian air yang sedikit akan berpengaruh terhadap penurunan jumlah daun. Jumlah air yang sedikit di dalam tanah menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu. Menurut Sadras et al. (2016), ketersediaan air yang sedikit difokuskan terhadap pertumbuhan akar (root) untuk penyerapan air daripada pertumbuhan tajuk (shoot) sehingga tanaman

tetap bisa tumbuh di kondisi kekurangan air.

Tabel 3. Pengaruh mandiri jenis kultivar bawang merah dengan interval penyiraman terhadap panjang akar

Perlakuan	Panjang Akar (cm)
Petak Utama	
<i>Cv.</i> Bima	14,67 ab
<i>Cv.</i> Trisula	15,54 b
<i>Cv.</i> Sumenep	13,32 a
Anak Petak	
1 hari sekali	14,00 a
2 hari sekali	15,45 ab
3 hari sekali	15,64 b

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut Tukey pada taraf nyata 5%.

Panjang Akar. Kultivar Bima memberikan panjang akar yang tidak berbeda nyata dengan *cv.* Trisula dan *cv.* Sumenep (Tabel 3), sedangkan *cv.* Trisula berbeda nyata dengan *cv.* Sumenep, namun tidak berbeda nyata dengan *cv.* Bima. Kultivar Trisula menunjukkan nilai panjang akar terpanjang dibanding dengan kultivar lainnya.

Perlakuan interval penyiraman menunjukkan pengaruh mandiri terhadap panjang akar. Perlakuan penyiraman tiga hari sekali menunjukkan panjang akar yang paling panjang dibandingkan dengan perlakuan penyiraman setiap hari dan dua hari sekali. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan air berpengaruh terhadap panjang akar. Ketersediaan air yang rendah menyebabkan pertumbuhan akar meningkat dan akar semakin panjang. Peningkatan pertumbuhan akar merupakan upaya tanaman untuk mencari sumber air dari dalam tanah. Menurut Sharp et al. (2004), asimilat dari daun dan pucuk ditranslokasikan sebagai energi untuk pertumbuhan akar pada kondisi tercekam.

Tabel 2. Pengaruh mandiri jenis kultivar bawang merah dengan interval penyiraman terhadap jumlah daun

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)						
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST
Petak Utama							
<i>Cv.</i> Bima	6,17 a	11,31 a	17,09 a	23,02 a	29,03 a	33,90 a	38,70 a
<i>Cv.</i> Trisula	7,31 b	17,93 b	25,74 b	33,09 b	39,17 b	40,59 b	42,22 b
<i>Cv.</i> Sumenep	6,42 ab	13,25 a	20,33 a	27,56 a	33,71 a	34,41 a	38,15 a
Anak Petak							
1 hari sekali	6,38 a	14,47 a	21,04 a	28,49 b	34,38 b	37,56 b	44,09 b
2 hari sekali	6,43 a	12,42 a	19,22 a	26,08 a	31,84 a	33,69 a	35,85 a
3 hari sekali	6,77 a	13,57 a	21,46 a	28,15 b	34,06 b	34,58 a	34,48 a

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut Tukey pada taraf nyata 5%.

Bobot Akar. Berdasarkan Tabel 4, perlakuan yang menghasilkan bobot akar paling berat adalah *cv. Trisula* dengan penyiraman setiap hari, sedangkan bobot akar paling ringan yaitu *cv. Trisula* dengan penyiraman tiga hari sekali. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan akar pada *cv. Trisula* lebih baik pada kondisi air yang tersedia cukup di dalam tanah.

Bobot akar pada setiap jenis kultivar cenderung menurun seiring dengan penyiraman yang semakin jarang. Pertumbuhan akar lebih diarahkan pada pemanjangan akar untuk mencari air yang lebih dalam di tanah dibanding pembesaran akar sehingga tanaman bisa tetap memenuhi kebutuhan air dan tetap dapat bertahan hidup.

Indeks Kandungan Klorofil. Perlakuan kultivar dan interval penyiraman tidak berpengaruh nyata terhadap indeks kandungan klorofil, namun terlihat adanya kecenderungan penurunan klorofil (Tabel 5). Penurunan indeks kandungan klorofil pada kondisi tercekam dilakukan untuk mencegah kerusakan bagian-

bagian yang terlibat dalam fotosintesis dengan mengurangi cahaya yang diserap (Viljevac *et al.*, 2013). Penurunan indeks kandungan klorofil terjadi pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan.

Konduktansi Stomata. Perlakuan kultivar tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap konduktansi stomata (Tabel 6). Hal ini terjadi karena konduktansi stomata lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya, konsentrasi CO₂, suhu, dan lainnya (Aasamaa and Söber, 2011; Mastur, 2016; Han *et al.*, 2022).

Perlakuan penyiraman 1 hari sekali tidak berbeda nyata dengan penyiraman 2 hari sekali dan penyiraman 3 hari sekali, namun memiliki nilai yang cenderung mengalami penurunan. Cekaman kekeringan diketahui dapat menurunkan aktivitas fotosintesis dengan cara mempengaruhi konduktansi stomata. Penutupan stomata menjadi salah satu mekanisme tanaman untuk mengurangi kehilangan air melalui transpirasi yang dapat menurunkan konduktansi stomata (Haworth *et al.*, 2016).

Tabel 4. Interaksi antara jenis kultivar bawang merah dengan interval penyiraman terhadap bobot akar

Jenis Kultivar	Bobot Akar (g)		
	1 hari sekali	2 hari sekali	3 hari sekali
<i>Cv. Bima</i>	1,65 a B	1,15 a AB	0,58 a A
<i>Cv. Trisula</i>	2,45 b B	0,77 a A	0,51 a A
<i>Cv. Sumenep</i>	1,70 a B	0,88 a AB	0,53 a A

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut Tukey pada taraf nyata 5%. Huruf kecil dibaca arah horizontal (baris) dan huruf kapital dibaca arah vertikal (kolom).

Tabel 5. Pengaruh jenis kultivar bawang merah dengan interval penyiraman terhadap indeks kandungan klorofil berdasarkan pengukuran SPAD

Perlakuan	Indeks Kandungan Klorofil (CCI)
Petak Utama	
<i>Cv. Bima</i>	59,23 a
<i>Cv. Trisula</i>	60,66 a
<i>Cv. Sumenep</i>	59,67 a
Anak Petak	
1 hari sekali	59,15 a
2 hari sekali	58,85 a
3 hari sekali	58,84 a

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang tidak diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada pengaruh akibat perlakuan yang diberikan menurut uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Tabel 6. Pengaruh jenis kultivar bawang merah dengan interval penyiraman terhadap konduktansi stomata

Perlakuan	Konduktansi Stomata (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)
Petak Utama	
Cv. Bima (c ₁)	41,70 a
Cv. Trisula (c ₂)	42,49 a
Cv. Sumenep (c ₃)	49,69 a
Anak Petak	
1 hari 1x (i ₁)	29,45 a
2 hari 1x (i ₂)	25,45 a
3 hari 1x (i ₃)	17,41 a

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut Tukey pada taraf nyata 5%.

Tabel 7. Interaksi antara jenis kultivar bawang merah dengan interval penyiraman terhadap kadar air relatif daun

Jenis Kultivar	Kadar Air Relatif Daun (%)		
	1 hari sekali	2 hari sekali	3 hari sekali
Cv. Bima	34,93 a B	31,87 b A	31,51 b A
Cv. Trisula	24,55 a A	22,71 a A	19,37 a A
Cv. Sumenep	28,08 a B	28,16 a B	19,65 a A

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut Tukey pada taraf nyata 5%. Huruf kecil dibaca arah horizontal (baris) dan huruf kapital dibaca arah vertikal (kolom).

Tabel 8. Hasil Analisis ANOVA pada parameter pengamatan

Sumber Keragaman	DB	1	2	3	4	5	6	7
Kultivar	2	*	*	*	*	tn	tn	*
Interval penyiraman	2	*	tn	*	*	tn	*	*
Kultivar x Interval penyiraman	4	tn	tn	tn	*	tn	tn	*

Keterangan : * = terdapat perbedaan pada taraf nyata 5%; 1 = tinggi tanaman; 2 = jumlah daun; 3 = panjang akar; 4 = bobot akar; 5 = kandungan klorofil; 6 = konduktansi stomata; 7 = kadar air relatif daun

Kadar Air Relatif Daun. Berdasarkan Tabel 7, cv. Bima dengan penyiraman 1 hari sekali tidak berbeda nyata dengan cv. Bima yang diberi penyiraman 2 hari sekali dan 3 hari sekali. Hal yang sama terlihat pada cv. Trisula. Kultivar Sumenep dengan penyiraman 1 hari sekali tidak berbeda nyata dengan penyiraman 2 hari sekali, namun berbeda nyata dengan penyiraman 3 hari sekali.

Kadar air relatif daun semakin menurun seiring dengan interval penyiraman yang semakin jarang. Hal ini disebabkan karena semakin jarang penyiraman, maka semakin sedikit pula air yang dapat diangkut dari akar ke daun sehingga menyebabkan kadar air relatif daun menjadi rendah. Penurunan kadar air relatif daun merupakan salah satu bentuk

mekanisme pencegahan (avoidance mechanism) untuk mengatur penggunaan air bagi tanaman pada saat terjadi cekaman sehingga air yang sedikit dapat dimanfaatkan dengan baik (Seleiman et al., 2021)

Penyajian analisis ANOVA pada setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 8. Tabel tersebut menunjukkan nilai F Hitung pada analisis ANOVA (taraf nyata 5%). Tanda bintang (*) menunjukkan adanya pengaruh nyata dari sumber keragaman. Parameter yang menunjukkan interaksi adalah bobot akar dan kadar air relatif daun.

Tanaman bawang merah yang memiliki karakteristik pertumbuhan tanaman yang tidak terlalu besar, dimungkinkan untuk dibudidayakan di dalam polybag. Interval penyiraman

yang direkomendasikan bagi pelaku budidaya bawang merah di polybag adalah sehari sekali untuk memperoleh pertumbuhan bawang merah yang baik. Hal ini direkomendasikan karena perakaran bawang merah yang dangkal untuk penyerapan air sehingga ketersediaan air harus cukup di dalam media tanam. Tanaman bawang merah yang rentan mengalami kekeringan bila interval penyiraman yang diberikan terlalu panjang, sehingga dapat berdampak terhadap pertumbuhan yang kurang optimum.

Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dipaparkan adalah sebagai berikut :

1. Terdapat interaksi yang signifikan antara kultivar dan interval penyiraman terhadap bobot akar dan kadar air relatif daun. Terdapat pengaruh mandiri dari perlakuan kultivar maupun interval penyiraman terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar.
2. Interval penyiraman terbaik untuk pertumbuhan cv. Bima, cv. Trisula, dan cv. Sumenep adalah sehari sekali.

Daftar Pustaka

- Aasamaa, K. and A. Söber. 2011. Responses of stomatal conductance to simultaneous changes in two environmental factors. *Tree Physiology* 31: 855 – 864.
- Ahakpaz, F., H. Abdi, E. Neyestani, A. Haesami, B. Mohammadi, K.N. Mahmoudi, G. Abedi-Asl, M.R.J. Noshabadi, F. Ahakpaz, and H. Alipou. 2021. Genotype-by-environment interaction analysis for grain yield of barley genotypes under dryland conditions and the role of monthly rainfall. *Agricultural Water Management* 245(2021)106665: 1–9.
- Ariska, N. and D. Rachmawati. 2017. Pengaruh ketersediaan air berbeda terhadap pertumbuhan hasil tiga kultivar bawang merah (*Allium cepa* L.). *J. Agrotek Lestari* 4(2): 42–50.
- Balai Penelitian Tanaman Sayuran. 1995. *Teknologi Produksi Bawang Merah*. Balitsa. Bandung.
- BPS Jawa Barat. 2016. *Provinsi Jawa Barat dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat.
- Delazari, F.T., D.F.V. Cabrera, M.G. Ferreira, L.E. Dias, A. Rueda, J.C. Zanuncio, and D.J.H. Silva. 2018. Morpho-physiological characteristics by sweet potato cultivars as function of irrigation depth. *A. Acad. Bras. Ciênc.* 90 (4).
- Hamdani, J.S., Sumadi, Kusumiyati, dan H. Ruwaidah. 2020. Pertumbuhan dan hasil benih kentang G0 kultivar medians pada berbagai komposisi media tanam dan interval pemberian air di dataran medium. *Jurnal Kultivasi*, 19(3): 1237 – 1246.
- Han, T., Q. Feng, T. Yu, X. Yang, X. Zhang, and K. Li. 2022. Characteristic of stomatal conductance and optimal stomatal behaviour in an arid oasis of Northwestern China. *Sustainability* 14(968): 1 – 16.
- Haworth, M., D. Killi, A. Materassi, A. Raschi, and M. Centritto. 2016. Impaired stomatal control is associated with reduced photosynthetic physiology in crop species grown at elevated [CO₂]. *Front. Plant Sci.* 7(1568): 1–13.
- Kesiime, V.E., G. Tusiime, I.N. Kashaija, R. Edema, P. Gibson, P. Namugga, and R. Kakuhenzire. 2016. Characterization and evaluation of potato genotypes (*Solanum tuberosum* L) for tolerance to drought in Uganda. *American Journal of Potato Research* 93(1): 543–551.
- Khaerana, M. Ghulamahdi, and E.D. Purwakusumah. 2008. Pengaruh cekaman kekeringan dan umur panen terhadap pertumbuhan dan kandungan xanthorrhizol temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* roxb.). *Bul. Agronomi* 36(3): 241 – 247.
- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses : Water, radiation, salt, and other stresses. Vol. II. Academic Press. New York.
- Marzukoh, R.U., A.T. Sakya, and M. Rahayu. 2013. Pengaruh volume pemberian air terhadap pertumbuhan tiga varietas tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Agrosains* 15(1): 12 – 16.
- Mastur. 2016. Respon fisiologis tanaman tebu terhadap kekeringan. *Buletin Tanaman Tembaku, Serat & Minyak Industri* 8(2): 98 – 111.
- Nugraheni, F.T., S. Haryanti, dan E. Prihastanti. 2018. Pengaruh perbedaan kedalaman tanam dan volume air terhadap perkembangan dan pertumbuhan benih sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench). *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 3(2): 223 – 232.

- Osakabe, Y., K. Osakabe, K. Shinozaki, and L.P. Tran. 2014. Response of plants to water stress. *Front. Plant Sci.* 5(86) : 1 – 8.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2016. Outlook Bawang Merah. Kementerian Pertanian. Jakarta
- Sadras, V.O., F. Villalobos, F. Orgaz, and E. Fereres. 2016. *Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture*. Springer International Publishing. Switzerland.
- Seleiman, M.F., N. Al-Suhaibani, N. Ali, M. Akmal, M. Alotaibi, Y. Refay, T. Dindaroglu, H.H. Abdul-Wajib, and M.L. Battaglia. 2021. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. *Plants* 10(259): 1–25.
- Sharp, R.E., V. Poroyko, L.G. Hejlek, W.G. Sopllen, G.K. Springer, H.J. Bohnert, and H.T. Nguyen. 2004. Root growth maintenance during water deficits: Physiology to functional genomics. *Journal of Experimental Botany*, 55: 2343–2351.
- Sittisart, P., S. Yossan, and P. Prasertsan. 2017. Anti fungal property of chili, shallot, and garlic extracts against pathogenic fungi, *Phomopsis* spp isolated from infected leaves of para rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Agriculture and Natural Resources* 51: 485–491.
- Smart, R.E. and G.E. Bringham. 1974. Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology* 53: 258 – 260.
- United States Department of Agriculture National Nutrient Database. 2016. *Shallot, raw*. National Agricultural Library. USA.
- Viljevac, M., K. Dugalic, I. Mihaljevic, D. Simic, R. Sudar, Z. Jurkovic, and H. Lepedus. 2013. Chlorophyll content, photosynthetic efficiency and genetic markers in two sour cherry (*Prunus cerasus* L.) genotypes under drought stress. *Acta Bot. Croat* 72(2): 221–235.
- Wu, J., J. Wang, W. Hui, F. Zhao, P. Wang, C. Su, and W. Gong. 2022. Physiology of Plant Responses to Water Stress and Related Genes: A Review. *Forests* 13(324) : 1 – 16.

Adiwijaya, H.D. · I. Cartika · R.S. Basuki

Penentuan kebutuhan air, pengaturan volume dan interval penyiraman untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan produksi bawang putih di dataran tinggi

Sari. Bawang putih merupakan jenis tanaman yang biasa ditanam di dataran tinggi tropis yang sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan. Kekurangan air dapat menyebabkan pembentukan umbi terhambat sehingga akan mengurangi hasil produksi. Agar dapat berproduksi optimal bawang putih memerlukan volume dan interval penyiraman yang tepat, sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa kebutuhan air serta berapa banyak volume dan interval penyiraman yang harus diberikan. Penelitian disusun dalam dua tahap. Tahap pertama adalah penentuan kebutuhan air, sedangkan tahap kedua adalah eksperimen volume dan interval penyiraman. Penentuan kebutuhan air menggunakan software Cropwat v8.0, sedangkan penelitian kedua menggunakan rancangan petak terbagi. Petak utama merupakan volume penyiraman yang terdiri dari 4 taraf: 50%, 75%, 100%, dan 200% ETc, sedangkan anak petak adalah interval penyiraman yang terdiri dari 4 taraf: 2, 3, 4, 5, hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai ETo berkisar antara 3,42 – 4,15 mm/hari dengan nilai Kc untuk bawang putih (Garlic) adalah 0,7 untuk fase vegetatif, 1,0 untuk fase pembentukan dan pengisian umbi, dan 0,7 untuk fase pematangan umbi. Pemberian volume air 200% Etc menghasilkan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun, tebal daun, panjang akar, volume akar, diameter umbi, jumlah siung, bobot segar umbi, dan bobot kering umbi yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan volume air lainnya, kecuali pada kandungan klorofil. Secara umum interval penyiraman 2 sampai dengan 5 hari tidak berpengaruh pada semua parameter pengamatan, kecuali pada jumlah daun dan jumlah siung. Interval penyiraman 2 hari menghasilkan jumlah daun dan jumlah siung lebih tinggi dibanding interval penyiraman 5 hari.

Kata kunci: Bawang putih · Cekaman kekeringan · Cropwat · Dataran tinggi

Determination of water need, regulation of watering volume and intervals to optimize growth and production of garlic in the highlands

Abstract. Garlic is a type of highland tropical plant that is very sensitive to water stress. The lack of water can reduce tuber formation and afterwards reduce harvested yields. To produce optimal yield of garlic, it requires the setting of right volume and interval of watering, so that the purpose of this research is to find out the water needs, water volume and interval of watering of garlic in the highlands. The research was composed of two stages. The first stage is the determination of water needs while the second stage is an experiment of the determination of watering volume and interval. Determination of water needs using Cropwat v8.0 software, while the second study used a split plot design. The main plot was the watering volume consisting of 4 levels: 50%, 75%, 100%, and 200% ETc, while the subplots were watering intervals consisting of 4 levels: 2, 3, 4, 5, days. The results showed that the ETo values ranged from 3.42 to 4.15 mm day⁻¹ with Kc values for garlic (Garlic) being 0.7 for the vegetative phase, 1.0 for the tuber formation, and 0.7 for the tuber ripening phase. Watering volume of 200% Etc resulted in plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, leaf thickness, root length, root volume, tuber diameter, number of cloves, tuber fresh weight, and tuber dry weight higher than other water volume treatments, except for the chlorophyll content. In general, watering intervals of 2 to 5 days had no effect on all observed variables, except for the number of leaves and the number of cloves. Watering interval of 2 days resulted in the improvement of number of leaves and cloves rather than the watering interval of 5 days.

Keywords : Cropwat · Drought stress · Garlic · Highland

Diterima : 4 Agustus 2021, Disetujui : 9 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022
DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.34991](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.34991)

Adiwijaya, H.D.¹ · I. Cartika² · R.S. Basuki²

¹ Fakultas Agrobisnis dan Rekayasa Pertanian Universitas Subang, Jl. R.A. Kartini KM. 03 Pasirkareumbi, Subang 41285

² Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu No. 517 Cikole, Lembang 40391

Korespondensi: ikacartika1010@gmail.com

Pendahuluan

Bawang putih (*Allium sativum* L.) adalah komoditas yang memiliki nilai ekonomi tinggi terutama sebagai penambah cita rasa makanan dan sebagai bumbu masak berbagai macam makanan. Kebutuhan bawang putih dalam negeri cukup tinggi, namun sampai saat ini produksi bawang putih nasional belum stabil dan masih jauh di bawah kebutuhan pasar. Komoditas ini harus terus dikembangkan, baik dari segi luasan areal tanam atau dari segi teknologi budidaya agar mendapatkan kuantitas dan kualitas yang diinginkan (Falo *et al.* 2016).

Peningkatan iklim ekstrim, seperti terjadinya kekeringan, telah menjadikan air menjadi faktor pembatas dalam budidaya bawang putih yang biasa ditanam pada musim kemarau. Tanaman bawang putih sensitif terhadap kekurangan air karena sistem perakarannya dangkal. Tanaman yang berakar dangkal (akar serabut) mudah mengalami cekaman kekeringan, karena tidak mampu menyerap air sebanyak tanaman berakar tunggang (Nurmala *et al.*, 2017). Hal ini yang menyebabkan bawang putih membutuhkan ketersediaan air yang cukup setiap harinya agar dapat berproduksi maksimum.

Tanaman bawang putih agar dapat berproduksi secara optimal harus ditanam di dataran tinggi dengan ketinggian >1000 m di atas permukaan laut dan pengairannya harus dilakukan dengan cara di leb sebanyak 2 kali seminggu (Basuki *et al.*, 2019). Lahan dataran tinggi yang dapat dilakukan pengairan dengan cara di leb luasannya sangat terbatas karena umumnya dataran tinggi memiliki jenis tanah dengan tingkat porositas tinggi dan tanahnya sangat mudah kehilangan air sehingga sulit untuk di leb. Selain itu, penyiraman dengan cara di leb membutuhkan banyak air sehingga cenderung boros dan tidak efisien jika air yang tersedia volumenya terbatas. Lahan dataran tinggi juga memiliki kemiringan lebih dari 8% sehingga mudah tererosi bila menggunakan debit irigasi permukaan yang terlalu tinggi (Nurmala *et al.*, 2017). Oleh karena itu, diperlukan strategi penggunaan air untuk penyiraman yang efisien dan ramah lingkungan tanpa mengurangi produksi.

Penentuan jumlah dan waktu pemberian air penyiraman yang tepat perlu dicari dalam

rangka peningkatan efisiensi air penyiraman. Kebutuhan air tanaman adalah jumlah air yang digunakan untuk memenuhi evapotranspirasi tanaman agar dapat tumbuh normal (Haryati, 2014). Beberapa studi menyatakan bahwa pendugaan evapotranspirasi tanaman (ETc) dapat dihitung menggunakan metode Penman-Monteith yang ditentukan berdasarkan nilai koefisien tanaman (Kc) dan evapotranspirasi referensi (ETo) (Priyonugroho, 2014; Manik *et al.*, 2012; Ariastuti *et al.*, 2017). Hasil penelitian Gupta *et al.* (2017) menunjukkan bahwa penyiraman air 3 hari sekali dengan volume 100% ETc dapat meningkatkan tinggi tanaman dan ukuran umbi bawang putih kultivar G-282 dibandingkan pemberian air 60% dan 80% ETc.

Penelitian tentang kebutuhan volume dan interval penyiraman penting dilakukan untuk mengatasi terbatasnya ketersediaan air di dataran tinggi dan gangguan proses produksi tanaman bawang putih yang berhubungan dengan kebutuhan air. Penelitian ini menggunakan metode pemberian air berdasarkan evapotranspirasi tanaman (ETc) sesuai dengan kondisi iklim daerah penelitian. Tujuan penelitian ini ialah untuk mendapatkan kebutuhan volume dan interval waktu penyiraman berdasarkan nilai evapotranspirasi tanaman (ETc) yang dapat mengoptimalkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang putih di dataran tinggi serta mengefisienkan penggunaan air.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai dengan September 2020 di kebun percobaan Margahayu, Balai Tanaman Sayuran Lembang Jawa Barat, dengan ketinggian 1.250 meter di atas permukaan laut. Berdasarkan hasil analisis fisika tanah, media tanah penelitian termasuk kedalam kriteria tanah andisol dengan nilai permeabilitas 6,55 cm/jam yang termasuk kedalam kategori sedang (Balittanah 2020). Percobaan disusun menggunakan rancangan petak terbagi dengan 3 ulangan. Petak utama adalah faktor volume penyiraman berdasarkan nilai evapotranspirasi tanaman (ETc), yang meliputi 4 taraf yaitu: 50%ETc (e₁), 75%ETc (e₂), 100%ETc (e₃), dan 200%ETc (e₄). Anak petak adalah faktor interval waktu penyiraman yang meliputi 4 taraf, yaitu interval penyiraman 2 hari (p₁), 3 hari (p₂), 4 hari (p₃), dan 5 hari (p₄).

Nilai evapotranspirasi tanaman (ETc) didapat berdasarkan metode FAO Penman-Monteith yaitu hasil perkalian antara koefisien tanaman (Kc) dan evapotranspirasi referensi (ETo). Nilai Kc untuk bawang putih (Garlic) adalah 0,7 untuk fase vegetatif, 1,0 untuk fase pembentukan dan pengisian umbi, dan 0,7 untuk fase pematangan umbi (Allen *et al.* 2015). Program Cropwat v8.0 digunakan untuk menghitung ETo. Nilai ETo dihitung berdasarkan beberapa data iklim 10 tahun terakhir yaitu suhu minimum, suhu maksimum, kelembapan, kecepatan angin, panjang hari, dan radiasi matahari (Junaedi *et al.* 2020).

Data iklim dan nilai ETo setiap bulannya disajikan pada Tabel 1. Nilai ETo dari bulan Mei

sampai dengan Agustus berturut-turut yaitu 3,42 mm/hari; 3,34 mm/hari; 3,61 mm/hari; dan 4,15 mm/hari. Nilai ETo tertinggi terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar 4,15 mm/hari.

Hasil perhitungan nilai Evapotranspirasi tanaman (ETc) disajikan pada Tabel 2. Kebutuhan volume penyiraman per 1 hari dengan nilai ETc 50%, 75%, 100% dan 200% untuk masing-masing bulan, yaitu berturut-turut untuk bulan Mei adalah 59 mL, 88,5 mL, 118 mL, dan 236 mL; berturut-turut di bulan Juni adalah 57,5 mL, 86,25 mL, 115 mL, dan 230 mL; berturut-turut di bulan Juli adalah 88,5 mL, 132,75 mL, 177 mL, dan 354 mL; serta berturut-turut di bulan Agustus adalah 71,5 mL, 107,25 mL, 143 mL dan 286 mL.

Tabel 1. Perhitungan nilai ETo berdasarkan data iklim 10 tahun terakhir (2011-2019) menggunakan aplikasi Cropwat v8.0

Bulan	T (°C)	Tx (°C)	H (%)	W (km/hari)	S (jam)	R (MJ/m ² /hari)	ETo (mm/hari)
Mei	20,0	29,4	79	127	5,3	15,4	3,42
Juni	19,5	29,1	77	132	5,6	15,0	3,34
Juli	18,9	29,0	74	142	6,3	16,3	3,61
Agustus	18,6	29,7	70	153	6,8	18,3	4,15

Keterangan: T = suhu minimum; Tx = suhu maksimum; H = kelembapan; W = kecepatan angin; S = panjang hari; R = radiasi matahari; ETo = evapotranspirasi referensi.

Tabel 2. Perhitungan nilai ETc dan volume penyiraman masing-masing perlakuan didasarkan pada nilai Kc dan ETo

Bulan	Kc	ETo	Interval penyiraman	Volume ETc (mL)			
				50%	75%	100%	200%
Mei	0,7 (Vegetatif)	3,42	2 hari	118	177	236	472
			3 hari	177	265,5	354	708
			4 hari	236	354	472	944
			5 hari	295	442,5	590	1.180
Juni	0,7 (Vegetatif)	3,34	2 hari	115	172,5	230	460
			3 hari	172,5	258,75	345	690
			4 hari	230	345	460	920
			5 hari	287,5	431,25	575	1.150
Juli	1,0 (Pengisian Umbi)	3,61	2 hari	177	265,5	354	708
			3 hari	265,5	398,25	531	1.062
			4 hari	354	531	708	1.416
			5 hari	442,5	663,75	885	1.770
Agustus	0,7 (Pematangan Umbi)	4,15	2 hari	143	214,5	286	572
			3 hari	214,5	321,75	429	858
			4 hari	286	429	572	1.144
			5 hari	357,5	536,25	715	1.430

Keterangan: Kc = koefisien tanaman; ETo = evapotranspirasi referensi; ETc = evapotranspirasi tanaman

Pupuk dasar menggunakan pupuk kandang ayam dengan dosis 20 ton/ha dan SP36 dengan dosis 375 kg/ha yang diberikan dengan cara dicampurkan pada media tanam tanah di dalam polibeg berukuran diameter dan tinggi 25 cm x 30 cm. Setiap polibeg ditanam 3 benih bawang putih varietas Lumbu Hijau. Pemupukan susulan diberikan dengan cara ditabur pada umur 21, 35, 49, dan 63 hari setelah tanam (hst) menggunakan pupuk ZA 286 kg/ha dan KCl 50 kg/ha untuk setiap kali aplikasi. Penyemprotan pestisida Rovral 50 WP dosis 1 g/L air dan Curacron 500 EC dosis 1 mL/L air dilakukan setiap satu minggu sekali untuk mencegah serangan hama dan penyakit. Penyiangan dilakukan secara manual yaitu mencabut gulma disekitar tanaman setiap dua minggu sekali.

Parameter pengamatan yang diamati meliputi komponen pertumbuhan dan hasil tanaman bawang putih. Data tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun, luas daun spesifik, indeks kandungan klorofil, panjang akar, dan volume akar diambil pada umur 12 minggu setelah tanam. Tinggi tanaman dan panjang akar diukur menggunakan penggaris. Luas daun diukur menggunakan *leaf area meter*, luas daun spesifik dihitung dengan membagi nilai luas daun dengan bobot daun, indeks kandungan klorofil diukur menggunakan alat klorofil meter (SPAD). Bobot umbi segar ditimbang menggunakan timbangan analitik pada saat panen. Diameter umbi, jumlah suang, dan bobot umbi kering diamati setelah 7 hari setelah panen. Diameter umbi diukur menggunakan jangka sorong. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan aplikasi SPSS versi 25 dan dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (Anova). Apabila terdapat pengaruh yang nyata, maka analisis data dilanjutkan dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 95%.

Hasil dan Pembahasan

Tinggi Tanaman dan Diameter Batang.

Berdasarkan hasil Anova, pengaruh interaksi antara volume dan interval penyiraman tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman dan diameter batang. Pengaruh mandiri volume penyiraman menunjukkan berbeda nyata, sedangkan interval penyiraman

tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman dan diameter batang. Pemberian volume air 200% ETc memiliki nilai rata-rata tinggi tanaman dan diameter batang tertinggi yaitu masing-masing 59,38 cm dan 9,69 mm, berbeda nyata jika dibandingkan volume 50%, 75%, dan 100% ETc (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh volume dan interval penyiraman terhadap tinggi tanaman dan diameter batang bawang putih

Faktor Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)		Diameter batang (mm)	
Volume Penyiraman				
50% ETc (e ₁)	41,04	a	6,41	a
75% ETc (e ₂)	44,33	b	7,14	b
100% ETc (e ₃)	49,72	c	7,87	c
200% ETc (e ₄)	59,38	d	9,69	d
Interval Penyiraman				
Per 2 hari (p ₁)	49,53	a	7,95	a
Per 3 hari (p ₂)	47,92	a	7,56	a
Per 4 hari (p ₃)	49,52	a	7,82	a
Per 5 hari (p ₄)	47,51	a	7,79	a

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama dan pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Jumlah Daun dan Luas Daun.

Berdasarkan hasil Anova, pengaruh interaksi antara volume dan interval penyiraman menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap jumlah daun dan luas daun. Pengaruh mandiri volume penyiraman menunjukkan berbeda nyata terhadap jumlah daun dan luas daun. Interval penyiraman menunjukkan pengaruh yang nyata pada jumlah daun, akan tetapi tidak berpengaruh nyata pada luas daun. Pemberian volume air 200% ETc memiliki nilai rata-rata jumlah daun dan luas daun tertinggi masing-masing 12,03 helai dan 615 cm² berbeda nyata dengan volume 50%, 75%, dan 100% ETc. Interval penyiraman 2 hari memiliki nilai rata-rata jumlah daun tertinggi 11,72 helai berbeda nyata dengan interval penyiraman 4 dan 5 hari, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan interval penyiraman 3 hari (Tabel 4).

Panjang Akar dan Volume Akar.

Berdasarkan hasil Anova, pengaruh interaksi antara volume dan interval penyiraman menunjukkan pengaruh yang tidak nyata

terhadap panjang akar dan volume akar. Pengaruh mandiri volume penyiraman menunjukkan berbeda nyata terhadap panjang akar dan volume akar, sedangkan interval penyiraman tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Pemberian volume penyiraman 200% ETc memiliki nilai rata-rata panjang akar tertinggi 24,88 cm yang berbeda nyata dengan volume 50% dan 75% ETc, tetapi tidak berbeda nyata dengan volume 100% ETc. Pemberian volume air 200% ETc memiliki nilai rata-rata volume akar tertinggi 8,98 mL berbeda nyata dengan volume 50%, 75%, dan 100% ETc. Pengaruh mandiri interval penyiraman 2, 3, 4, dan 5 hari menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap panjang akar dan volume akar (Tabel 5).

Tabel 4. Pengaruh volume dan interval penyiraman terhadap jumlah daun dan luas daun bawang putih

Faktor Perlakuan	Jumlah daun (helai)		Luas daun (cm ²)	
Volume Penyiraman				
50% ETc (e ₁)	10,48	a	269,91	A
75% ETc (e ₂)	11,40	b	317,95	A
100% ETc (e ₃)	11,63	b	446,16	B
200% ETc (e ₄)	12,03	c	615,44	C
Interval Penyiraman				
2 hari (p ₁)	11,72	c	417,61	A
3 hari (p ₂)	11,52	bc	432,64	A
4 hari (p ₃)	11,24	ab	405,09	A
5 hari (p ₄)	11,07	a	394,12	a

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama dan pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Tabel 5. Pengaruh volume dan interval penyiraman terhadap panjang akar dan volume akar bawang putih

Faktor Perlakuan	Panjang akar (cm)		Volume akar (mL)	
Volume Penyiraman				
50% ETc (e ₁)	19,20	a	4,69	a
75% ETc (e ₂)	19,46	a	5,08	a
100% ETc (e ₃)	21,51	ab	5,94	a
200% ETc (e ₄)	24,88	b	8,98	b
Interval Penyiraman				
2 hari (p ₁)	19,19	a	5,69	a
3 hari (p ₂)	21,22	a	6,54	a
4 hari (p ₃)	22,40	a	6,38	a
5 hari (p ₄)	22,23	a	6,08	a

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama dan pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Luas Daun Spesifik dan Indeks Kandungan Klorofil. Berdasarkan hasil Anova, pengaruh interaksi antara volume dan interval penyiraman menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap luas daun spesifik dan indeks kandungan klorofil. Pengaruh mandiri volume penyiraman menunjukkan berbeda nyata terhadap luas daun spesifik, sedangkan pada indeks kandungan klorofil tidak berbeda nyata. Pemberian volume air 50% ETc memiliki nilai rata-rata luas daun spesifik tertinggi yaitu 73,29 gram/m² berbeda nyata dengan volume 100% dan 200% ETc, tetapi tidak berbeda nyata dengan 75% ETc. Pengaruh mandiri interval penyiraman 2, 3, 4, dan 5 hari menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap luas daun spesifik dan indeks kandungan klorofil (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh volume dan interval penyiraman terhadap luas daun spesifik dan indeks kandungan klorofil bawang putih

Faktor Perlakuan	Luas daun spesifik (m ² /gram)		Indeks Kandungan klorofil (SPAD indeks)	
Volume Penyiraman				
50% ETc (e ₁)	73,29	b	85,25	a
75% ETc (e ₂)	69,77	ab	93,31	a
100% ETc (e ₃)	59,74	a	90,91	a
200% ETc (e ₄)	60,21	a	90,44	a
Interval Penyiraman				
2 hari (p ₁)	70,72	a	87,98	a
3 hari (p ₂)	66,84	a	89,94	a
4 hari (p ₃)	62,86	a	90,53	a
5 hari (p ₄)	62,58	a	91,46	a

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama dan pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Diameter Umbi dan Jumlah Siung. Berdasarkan hasil Anova, pengaruh interaksi antara volume dan interval penyiraman menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap diameter umbi dan jumlah siung. Pengaruh mandiri volume penyiraman menunjukkan berbeda nyata terhadap diameter umbi dan jumlah siung, sedangkan pengaruh interval penyiraman menunjukkan tidak berbeda nyata. Pemberian volume air 200% ETc memiliki nilai rata-rata diameter umbi dan jumlah siung tertinggi, yaitu masing-masing 46,37 mm dan 9,31 buah yang berbeda nyata dengan volume 50%, 75%, dan 100% ETc. Interval

penyiraman 2, 3, 4, dan 5 hari menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap diameter umbi, sedangkan terhadap jumlah siung menunjukkan pengaruh yang nyata. Interval penyiraman 3 hari memiliki rata-rata jumlah siung tertinggi yaitu 7,83 buah yang berbeda nyata dengan interval penyiraman 5 hari, namun tidak berbeda nyata dengan interval penyiraman 2 dan 4 hari (Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh volume dan interval penyiraman terhadap diameter umbi dan jumlah siung bawang putih

Faktor Perlakuan	Diameter umbi (mm)		Jumlah siung (buah)	
Volume Penyiraman				
50% ETc (e ₁)	32,39	a	5,00	a
75% ETc (e ₂)	36,28	b	6,50	a
100% ETc (e ₃)	39,70	c	6,50	a
200% ETc (e ₄)	46,37	d	9,31	b
Interval Penyiraman				
2 hari (p ₁)	38,11	a	7,03	ab
3 hari (p ₂)	38,50	a	7,83	b
4 hari (p ₃)	38,98	a	6,42	ab
5 hari (p ₄)	39,12	a	6,03	a

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama dan pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Tabel 8. Pengaruh volume dan interval penyiraman terhadap bobot segar umbi dan bobot kering umbi bawang putih

Faktor Perlakuan	Bobot segar umbi per tanaman (gram)	Bobot kering umbi per tanaman (gram)
Volume Penyiraman		
50% ETc (e ₁)	23,13 a	12,17 a
75% ETc (e ₂)	32,28 b	13,35 a
100% ETc (e ₃)	40,41 c	18,69 b
200% ETc (e ₄)	50,52 d	28,60 c
Interval Penyiraman		
2 hari (p ₁)	35,54 a	17,54 a
3 hari (p ₂)	35,81 a	17,97 a
4 hari (p ₃)	36,59 a	18,42 a
5 hari (p ₄)	38,37 a	18,87 a

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama dan pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Bobot Segar Umbi dan Bobot Kering Umbi. Berdasarkan hasil Anova, pengaruh interaksi antara volume dan interval penyiraman menunjukkan pengaruh yang tidak nyata

terhadap bobot segar umbi dan bobot kering umbi. Pengaruh mandiri volume penyiraman terhadap bobot segar umbi dan bobot kering umbi menunjukkan berbeda nyata, sedangkan interval penyiraman menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata. Pemberian volume air 200% ETc memiliki nilai rata-rata bobot segar umbi dan bobot kering umbi tertinggi masing-masing 50,52 gram dan 28,60 gram berbeda nyata dengan volume 50%, 75%, dan 100% ETc. Interval penyiraman 2, 3, 4, dan 5 hari menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap bobot segar umbi dan bobot kering umbi (Tabel 8).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan volume penyiraman yang semakin sedikit akan menghasilkan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun, panjang akar, volume akar, diameter umbi, dan bobot umbi yang semakin rendah. Tanaman bawang putih memerlukan suplai air yang cukup banyak untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Hal ini dibuktikan dengan pemberian air sebanyak 200% ETc memberikan pertumbuhan dan hasil paling baik dibandingkan dengan volume 50%, 75%, dan 100% ETc.

Air merupakan faktor pembatas dalam produksi tanaman dimana cekaman air menyebabkan perubahan morfologi dan fisiologi tanaman. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa tanaman yang mendapatkan air lebih sedikit akan menjadi kerdil, daun menjadi sedikit, dan helaianya kecil. Hal yang sama diungkapkan oleh Ai dan Torey (2013), bahwa tanaman yang mengalami kekurangan air umumnya memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan tanaman dengan ketersediaan air yang cukup. Menurut Jafar *et al.* (2013), pemberian air dalam kondisi yang optimal akan memacu hormon auksin bekerja secara aktif dalam dinding sel untuk merentang sehingga bisa meningkatkan pertumbuhan daun, tinggi tanaman, dan diameter batang.

Volume penyiraman yang semakin sedikit dapat menghasilkan luas daun yang semakin rendah. Hal ini disebabkan keterbatasan air yang menyebabkan pertumbuhan tunas daun menjadi terhambat (Hidayati *et al.* 2017). Daun merupakan tempat utama terjadinya fotosintesis sehingga berkurangnya luas daun akan menyebabkan berkurangnya absorpsi cahaya yang diterima tanaman. Keadaan tersebut menyebabkan turunnya laju fotosintesis sehingga bisa berakibat pada menurunnya produktivitas tanaman.

Umumnya tanaman dengan penyiraman yang baik memiliki akar yang lebih panjang dibanding dengan tanaman yang tumbuh ditempat yang kering (Ai dan Torey, 2013). Hal ini berlaku pada tanaman bawang putih dimana semakin banyak volume air yang diberikan maka akar semakin panjang. Sama halnya dengan panjang akar, bawang putih dengan volume penyiraman lebih banyak menghasilkan volume akar lebih tinggi. Kecukupan air dalam tanah sangat berpengaruh terhadap pembentukan organ-organ tanaman, termasuk akar (Nurchaliq *et al.*, 2014).

Luas daun spesifik menunjukkan tingkat ketebalan daun. Bawang putih mengalami cekaman air pada pemberian air 50% ETc sehingga menghasilkan luas daun spesifik lebih tinggi dibanding pemberian air 100% dan 200% ETc. Peningkatan luas daun spesifik merupakan usaha tanaman untuk meningkatkan serapan dan penyimpanan air dalam jaringan daun. Hal ini selaras dengan Cunhua *et al.* (2011) yang menyatakan peningkatan tebal daun merupakan bentuk adaptasi supaya tanaman mampu mengikat air sebanyak-banyaknya dalam jaringan daun. Bentuk adaptasi lainnya terhadap kekurangan air adalah dengan mempertahankan jumlah klorofil tanaman (Ai and Banyo, 2011), sehingga hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan klorofil pada volume penyiraman 50% ETc sama dengan volume penyiraman 75%, 100%, dan 200% ETc pada interval penyiraman yang sama.

Pemberian volume penyiraman 200% ETc dapat meningkatkan ketersediaan air di zona perakaran sehingga meningkatkan kemampuan fotosintetik tanaman dan pembentukan jaringan umbi bawang putih dibanding volume 50%, 75%, dan 100% ETc. Sejalan dengan hasil penelitian El-Latif and Abdelshafy (2017), bahwa volume pemberian air 100% ETc mampu menghasilkan bobot segar umbi bawang putih lebih tinggi dibanding volume 75% ETc. Menurut Arifin *et al.* (2014), tanaman dengan daun yang lebih luas akan menghasilkan fotosintat yang lebih banyak sehingga umbi yang terbentuk akan lebih besar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian bahwa pemberian volume air 200% ETc menghasilkan luas daun, bobot umbi segar, dan bobot umbi kering tertinggi. Volume penyiraman yang tepat sesuai dengan kebutuhan akan meningkatkan efisiensi penyerapan air oleh akar sehingga tanaman bisa tumbuh optimal (Latief *et al.*, 2019).

Secara umum interval penyiraman 2 sampai dengan 5 hari tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Berbeda dengan hasil penelitian Ahmed *et al.* (2007), bahwa interval penyiraman 3 hari sekali menghasilkan tinggi tanaman dan diameter batang bawang putih lebih tinggi dibanding interval 5, 7, dan 9 hari sekali. Hasil penelitian Gwandu and Idris (2016) mengungkapkan bahwa interval pemberian air 3 hari sekali menghasilkan diameter umbi bawang merah lebih tinggi dibanding interval pemberian 7 dan 9 hari sekali. Hasil penelitian yang tidak berbeda nyata disebabkan karena interval penyiraman 2 sampai 5 hari masih dapat menyediakan kebutuhan air tanaman bawang putih. Akar tanaman masih bisa menyerap air dalam kondisi optimum sehingga menghasilkan tinggi tanaman, diameter batang, luas daun, panjang akar, volume akar, diameter umbi, dan bobot umbi yang sama.

Tidak berbeda nyatanya interval penyiraman air 2 sampai dengan 5 hari disebabkan kadar air tanah yang diperlukan tanaman dapat terjaga. Tanah yang digunakan untuk penelitian memiliki daya menyimpan air yang cukup untuk dapat diserap oleh akar tanaman yang disiram pada semua interval penyiraman. Berdasarkan hasil analisis fisika tanah, media tanah penelitian termasuk kedalam kriteria tanah andisol dengan nilai permeabilitas 6,55 cm/jam yang termasuk kedalam kategori sedang (Balittanah 2020). Tingkat permeabilitas menunjukkan kemampuan tanah menahan air atau mudah tidaknya ditembus air (Dewi *et al.*, 2012). Permeabilitas dalam kategori sedang disebabkan karena pada tanah penelitian terdapat kombinasi fraksi lempung dan pasir seimbang, yaitu masing-masing 40% dan 50% (Balittanah 2020).

Hal berbeda terlihat pada parameter jumlah siung, bahwa interval penyiraman 3 hari menghasilkan jumlah siung lebih banyak dibandingkan interval penyiraman 5 hari, tetapi tidak berbeda dengan interval penyiraman 2 dan 4 hari. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ahmed *et al.* (2007), bahwa frekuensi penyiraman berpengaruh nyata terhadap jumlah siung. Frekuensi penyiraman 3 hari sekali menghasilkan jumlah siung bawang putih lebih banyak dibanding frekuensi penyiraman 5 hari sekali. Menurut Anjani *et al.* (2019), pembentukan siung bawang putih dipengaruhi

oleh faktor lingkungan seperti suhu dan ketersediaan air. Tanah yang kering akan menghambat pembentukan siung sehingga jumlah siung menjadi lebih sedikit.

Interval penyiraman tidak berpengaruh nyata pada bobot segar umbi dan bobot kering umbi karena pada semua interval penyiraman air yang tersedia pada zona perakaran mencukupi untuk pembentukan jaringan umbi sehingga bobot umbi akan sama. Hasil ini sejalan dengan penelitian Fauziah *et al.* (2016), bahwa frekuensi penyiraman 1 sampai dengan 3 hari sekali memberikan bobot basah umbi bawang merah yang sama. Kurangnya ketersediaan air dalam tanah pada saat pembentukan umbi akan menyebabkan ukuran umbi kecil dan mengurangi hasil produksi. Pemberian air yang cukup dapat merangsang pertumbuhan, perkembangan, dan pembentukan umbi bawang putih sehingga bobot umbi menjadi optimum (Islam and Zaman, 2017). Gupta *et al.* (2017) berpendapat bahwa tanah dengan tingkat kelembapan yang tinggi akan menyediakan air dan nutrisi lebih banyak sehingga meningkatkan pertumbuhan dan produksi umbi bawang putih.

Kesimpulan

Bawang putih merupakan jenis sayuran yang membutuhkan banyak air untuk dapat menghasilkan pertumbuhan dan produksi yang optimal yang dibuktikan dengan pemberian volume penyiraman 200% ETc menghasilkan pertumbuhan dan hasil yang lebih tinggi dibandingkan volume penyiraman 50%, 75%, dan 100% ETc. Interval penyiraman 2 sampai dengan 5 hari tidak berpengaruh nyata pada semua variabel pengamatan, kecuali pada jumlah daun dan jumlah siung. Interval penyiraman 2 dan 3 hari menghasilkan masing-masing jumlah daun dan jumlah siung lebih tinggi dibanding interval penyiraman 5 hari.

Daftar Pustaka

- Ahmed, H.G., M.D. Magaji, A.I. Yakutu, L. Aliyu, and A. Sing. 2007. Respon of garlic to watering interval and clove size in semi-arid, Nigeria. *Journal of Plant Sciences*, 2(2): 202-208.
- Ai, N.S. dan P. Torey. 2013. Karakter morfologi akar sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Bios Logos*, 3(1): 31-39.
- Allen, R., L. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 2015. *FAO Watering and Drainage Paper No. 56 - Crop Evapotranspiration*.
- Anjani, E.D., Baswarsiati, dan Damanhuri. 2019. Uji daya hasil beberapa varietas dan aksesori bawang putih (*Allium sativum* L.) di Ngantang kabupaten Malang. *Produksi Tanaman*, 7(12): 2294-2300.
- Ariastuti, N.L.P.S., I.M. Suryana, dan C. Javandira. 2017. Penentuan waktu tanam bawang merah (*Allium ascalonicum* L) berdasarkan neraca air lahan di kecamatan Petang, kabupaten Badung. *AGRIMETA*, 7(13):40-52.
- Arifin, M.S., A. Nugroho, dan A. Suryanto. 2014. Kajian panjang tunas dan bobot umbi bibit terhadap produksi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas granola. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(3): 221-229.
- Balittanah. 2020. Hasil analisis contoh fisika tanah Lembang. *Laboratorium Fisika Tanah*. Balittanah. Bandung Barat.
- Basuki, R., A. Efendi, dan C. Hermanto. 2019. Teknologi inovatif budidaya bawang putih. *Balai Penelitian Tanaman Sayuran*. Bandung Barat.
- Cunhua, S., J. Shi, D. Wang, B. Li, and D. Sun. 2011. Effects on physiological and biochemical characteristics of medicinal plant pigweed by drought stresses. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17): 4041-4048.
- Dewi, I., N. Trigunasih, dan T. Kusmawati. 2012. Prediksi erosi dan perencanaan konservasi tanah dan air pada daerah aliran sungai saba. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 1(1):12-23.
- El-Latif, A.M.Kh., and A.A. Abdelshafy. 2017. Response of garlic productivity to surface and drip systems and watering amounts. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 6(4): 981-995.
- Falo, M., S.J. Kune, A.N. Hutapea, dan O.B. Kapitan. 2016. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi dan strategi pengembangan usahatani bawang putih di kecamatan Miomaffo Barat, kabupaten Timor Tengah Utara. *Agrimor*, 1(4): 84-87.
- Fauziah, R., A. Susila, dan E. Sulistyono. 2016. Budidaya bawang merah (*Allium*

- ascalonicum L.) pada lahan kering menggunakan penyiraman sprinkler pada berbagai volume dan frekuensi. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 7(1): 1-8.
- Gupta, R., K.P. Mishra, and M.K. Hardaha. 2017. Response of garlic (*Allium sativum* L.) cv. G-282 to different watering levels under drip watering system. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 5(6): 1334-1340.
- Gwandu, H.A. and F. Idris. 2016. Effect of watering intervals on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) In Bunza, Kebbi State, Nigeria. *International Journal of Research in Engineering and Science*, 4(9): 42-45.
- Haryati, U. 2014. Teknologi penyiraman suplemen untuk adaptasi perubahan iklim pada pertanian lahan kering. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(1): 43-57.
- Hidayati, N., Hendrati, R.L., A. Triani, dan Sudjino. 2017. Pengaruh kekeringan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman nyamplung dan johan dari provenan yang berbeda. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 11(2): 99-111.
- Islam, M.R. and R.U. Zaman. 2017. Response of garlic yield and storability to varying frequencies of watering. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 82(1): 7-11.
- Jafar, S., A. Thomas, J. Kalangi, dan M. Lasut. 2013. Pengaruh frekuensi pemberian air terhadap pertumbuhan bibit jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil). *Cocos*, 2(2): 1-13.
- Junaedi, S. Thamrin, B. Darwisah, dan Budiman. 2020. Analisis kebutuhan air penyiraman pada pertumbuhan kapas (*Gossypium hirtusum* L.) di kecamatan Lamuru, kabupaten Bone. *J. Agroplantae*, 9(1): 48-57.
- Latief, N., N. Musa, dan W. Pembengo. 2019. Pengaruh frekuensi pemberian air dan dosis phonska terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *JATT*, 8(3): 262-268.
- Manik, T.K., R.B. Rosadi, dan A. Karyanto. 2012. Evaluasi metode Penman-Monteith dalam menduga laju evapotranspirasi standar (ET_o) di dataran rendah propinsi Lampung, Indonesia. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 26(2): 21612.
- Nurchaliqu, A., M. Baskara, dan N.E. Suminarti. 2014. Pengaruh jumlah dan waktu pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *Antiquorum*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(5): 354-360.
- Nurmala, T., A.W. Irwan, A. Wahyudin, dan F.Y. Wicaksono. 2017. *Agronomi Tropis*. Pustaka Giratuna. Bandung
- Priyonugroho, A. 2014. Analisis kebutuhan air penyiraman (studi kasus pada daerah penyiraman sungai air keban daerah kabupaten Empat Walang). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(3): 457-470.
- Ai, N.S., dan Y. Banyo. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2): 166-173.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3: Perkembangan Tumbuhan dan Fisiologi Lingkungan*. D. R. Lukman (penerj.) ITB Press. Bandung.

Maftuchah · D.P. Rahayu · A. Zainudin · Sulistyawati · H. Sulistiyanto

Potensi hasil dan nutrisi beberapa genotipe tanaman sorgum lokal Jawa Timur sebagai calon tetua persilangan

Sari. Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) merupakan tanaman sumber pangan, pakan ternak, dan bahan baku industri yang memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia. Permasalahan utama dalam komoditas ini adalah masih terbatasnya varietas lokal yang sesuai dengan lingkungan di Indonesia sehingga perlu diupayakan pencarian genotipe lokal sorgum sebagai calon tetua persilangan. Tujuan kegiatan ini adalah untuk mendapatkan informasi potensi daya hasil dan kualitas produk berbagai genotipe sorgum lokal Jawa Timur sebagai calon tetua persilangan untuk menghasilkan varietas unggul. Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Desa Purutrejo, Kecamatan Purworejo, Kota Pasuruan-Jawa Timur. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 9 genotipe tanaman sorgum yang berasal dari berbagai daerah di Jawa Timur, antara lain: Sampang-1, Sampang-2, Tulungagung-1, Tulungagung-2, Jombang, Pasuruan, Lamongan 1, Lamongan 2, dan Tuban. Percobaan dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi daya hasil dan kualitas 9 genotipe sorgum lokal Jawa Timur sangat beragam. Genotip Lamongan-2 direkomendasikan sebagai calon tetua persilangan karena menunjukkan berat kering biji tertinggi (117,34 gram/malai) dan jumlah biji per malai tertinggi (4582 biji /malai). Umur panen paling cepat (70 hari) dicapai oleh genotip Tulungagung-2. Kandungan protein tertinggi dicapai oleh genotipe Sampang-1 (17,15 %) dan terendah pada genotipe Tulungagung-1 (10,17 %). Kadar lemak tertinggi adalah pada genotipe Tuban (4,79 %) dan terendah adalah pada Lamongan-1 (2,94 %).

Kata kunci: Genotipe · Sorgum · Uji daya hasil

Yield potential and nutrient content of several genotypes of local sorghum from East Java as prospective crossing parents

Abstract. Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) plant is a source of food, animal feed, and industrial raw materials that have a high potential to be developed in Indonesia. The main problem in this commodity is limited local varieties that are suitable for the environment in Indonesia, so it is necessary to search for local genotypes of sorghum as potential crossbreeding parents. The purpose of this study was to obtain information on the potential yield and nutrient content of several genotypes of local sorghum from East Java as prospective crossing parents to produce superior varieties. The materials used in this study were 9 local sorghum varieties from various regions in East Java, including: Sampang-1, Sampang-2, Tulungagung-1, Tulungagung-2, Jombang, Pasuruan, Lamongan 1, Lamongan 2 and Tuban. The research was carried out by using a Randomized Block Design with three replications. The results showed that the potential yield and nutrient content of 9 local sorghum genotypes from East Java were very diverse.

The Lamongan 2 genotype was recommended as a candidate for crossbreeding because it showed the highest dry weight of seeds (117.34 grams per panicle) and the highest number of seeds per panicle (4582 seeds per panicle). The shortest harvesting age (70 days) was found in the Tulungagung 2 genotype. The highest protein content was found in the Sampang 1 genotype (17.15%) and the lowest result was in the Tulungagung1 genotype (10.17%). The sorghum genotype with the highest fat content was the Tuban genotype (4.79%) and the lowest result was observed in the Lamongan 1 genotype (2.94%).

Keywords: Genotype · Sorghum · Yield test

Diterima : 31 Agustus 2021, Disetujui : 14 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022

DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.35539](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.35539)

Maftuchah^{1,2} · D.P. Rahayu¹ · A. Zainudin¹ · Sulistyawati³ · H. Sulistiyanto²

¹ Department of Agrotechnology, University of Muhammadiyah Malang, Tegalondo, Kec. Karang Ploso, Kab. Malang 65152

² Center for Biotechnology Dept., University of Muhammadiyah Malang, Tegalondo, Kec. Karang Ploso, Kab. Malang 65152

³ Jur. Agroteknologi, Faperta Universitas Merdeka Pasuruan, Jl. Ir. H. Juanda No.68, Kec. Bugul Kidul, Kota Pasuruan 67129

Korespondensi: maftuchah@umm.ac.id

Pendahuluan

Sorgum adalah salah satu dari lima komoditas serelia pokok di dunia, karena memiliki daya adaptasi yang luas sehingga sangat berpotensi tinggi untuk dikembangkan (Rajalakshimi *et al.*, 2019). Tanaman sorgum memiliki manfaat yang dapat digunakan sebagai pangan, pakan, dan energi, dan juga memiliki ketahanan terhadap serangan organisme pengganggu (Anas dan Suhanto, 2018). Sorgum tidak memerlukan teknologi dan perawatan khusus sebagaimana tanaman lain. Untuk mendapatkan hasil maksimal, sorgum sebaiknya ditanam pada musim kemarau karena sepanjang hidupnya memerlukan sinar matahari penuh. Badan Tenaga Atom Nasional saat ini terus melakukan pengembangan dan perakitan varietas-varietas baru untuk mendapatkan varietas unggul seperti yang diinginkan (Tarigan *et al.*, 2015).

Jumlah produksi sorgum masih dapat dilihat dari data yang berada di wilayah tertentu, seperti Jawa Timur. Produksi sorgum Jawa Timur mengalami penurunan dari 4.180 ton pada tahun 2012 menjadi 3.898 ton pada tahun 2013. Kemudian pada tahun 2014 meningkat menjadi 4.188 ton dan meningkat lagi pada 2015 sekitar 4.197 ton. Jika dilihat produktivitasnya, produktivitas sorgum sebesar 29,56 kw/ha pada tahun 2012; 28,41 kw/ha pada 2013; 28,17 pada 2014; dan sekitar 28,22 kw/ha pada 2015 (Bappeda Jawa Timur, 2015). Data tersebut menunjukkan bahwa produktivitas sorgum di Jawa Timur mengalami fluktuasi yang cenderung menurun. Peningkatan produksi sorgum di dalam negeri perlu mendapat perhatian khusus karena Indonesia sangat potensial bagi pengembangan sorgum. Untuk meningkatkan produksi sorgum diperlukan upaya perbaikan sifat tanaman sorgum yang memiliki kualitas unggul maupun daya hasil tinggi (Apliza *et al.*, 2019).

Upaya meningkatkan produksi sorgum dapat dicapai dengan perbaikan sifat tanaman, sehingga diperoleh tanaman dengan kualitas yang unggul, begitu juga dengan daya hasilnya (Pujiharti, 2019). Uji daya hasil genotipe sorgum perlu dilakukan untuk: (1) mendapatkan genotipe-genotipe yang memiliki potensi hasil yang baik secara kuantitas maupun kualitasnya dan stabil pada kondisi lingkungan yang berbeda, (2) mengevaluasi keberadaan gen-gen yang diinginkan pada genotipe yang selanjutnya dipersiapkan sebagai galur atau kultivar unggul baru, dan (3) untuk mendapatkan genotipe-

genotipe yang memiliki potensi hasil yang baik secara kuantitas, kualitas, dan stabil pada kondisi lingkungan yang berbeda (Putri, 2021). Uji daya hasil merupakan aspek penting dalam program perakitan varietas baru yang merupakan tahap akhir dari program pemuliaan tanaman. Seleksi pada uji daya hasil biasanya dilakukan 3 kali, yaitu pada uji daya hasil pendahuluan, uji daya hasil lanjutan, dan uji multilokasi (Merintan *et al.*, 2016). Saat pengujian daya hasil, seleksi masih dilakukan terhadap galur-galur unggul homosis yang telah dihasilkan yang bertujuan untuk memilih satu atau beberapa galur terbaik yang dapat dilepas sebagai varietas unggul baru (Septeningsih *et al.*, 2013).

Kebanyakan penelitian tanaman sorgum di Indonesia masih sebatas pada pemanfaatan sebagai pangan dan bagaimana cara memperluas peluang penanamannya di lahan kering (Anas *et al.*, 2019). Pada tahun 2021 telah diteliti peluang budidaya biomassa dan hasil 5 genotip sorgum di lahan kering Tanjung Bintang, Lampung Selatan (Ristiani *et al.*, 2021). Untuk memperbesar peluang pemilihan jenis sorgum dan potensi daya hasil yang cocok ditanam di Indonesia, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi daya hasil dan kualitas produk beberapa genotipe tanaman sorgum lokal Jawa Timur sebagai calon tetua persilangan.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Oktober 2020 di Desa Purutrejo, Kecamatan Purworejo, Kota Pasuruan Jawa Timur. Lokasi terletak pada lintang $-7^{\circ}39'53,39''$ LS dan bujur $112^{\circ}54'17,38''$ BT pada ketinggian 5 m di atas permukaan laut, tipe tanah alluvial, dengan suhu berkisar 29°C - 34°C serta curah hujan rata-rata 1430 mm/tahun.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pupuk kompos, pupuk kandang, pupuk SP36, Urea, KCl, dan sembilan genotipe tanaman sorgum lokal dari berbagai daerah (Tabel 1).

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan berbagai genotipe lokal tanaman sorgum yang terdiri dari: genotipe Sampang-1, Sampang-2, Tulungagung-1, Tulungagung-2, Jombang, Pasuruan, Lamongan-1, Lamongan-2, dan Tuban. Masing-masing genotip diulang tiga kali dengan menggunakan 5 sampel tanaman

per kelompok yang diperoleh dari masing-masing lokasi asal tanaman. Bibit yang digunakan untuk penanaman di lahan sawah dipilih dari tanaman yang seragam di pesemaian, sehingga kondisi tanaman yang dipergunakan dari masing-masing lokasi relatif homogen.

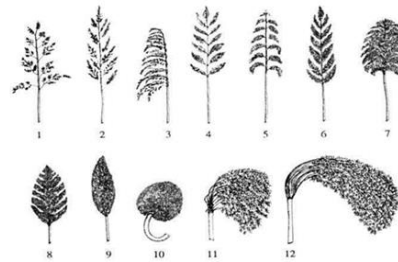
Tabel 1. Asal daerah berbagai genotipe tanaman sorgum lokal Jawa Timur

Kode	Nama Genotipe	Asal Daerah
SPG-1	Sampang 1	Desa Sresih, Kecamatan Sresih, Kabupaten Sampang
SPG-2	Sampang 2	
TLG-1	Tulungagung 1	Desa Bolorejo, Kecamatan Kauman, Kabupaten Tulungagung
TLG-2	Tulungagung 2	
JBG	Jombang	Kecamatan Bareng, Kabupaten Jombang
PSR	Pasuruan	Desa Alastlogo, Kec. Lokok, Kab. Pasuruan
LMG-1	Lamongan 1	Desa Patihan, Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan
LMG-2	Lamongan 2	
TBN	Tuban	Desa Boto, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban

Parameter yang diamati antara lain: umur berbunga, umur panen, panjang malai, jumlah malai/rumpun, jumlah biji per malai, bobot segar 1000 biji, bobot kering 1000 biji, bobot kering biji per malai, kadar air (metode Thermogravimetri), kadar abu, kadar protein (Association of Official Analytical Chemist (AOAC), 1970), kadar serat (AOAC, 1970), kadar lemak (Woodman, 1941), bentuk malai (Gambar 1; International Board for Plant Genetic Resources, 1993), Kerapatan Malai (Gambar 2; Kurniadi *et al.*, 2013), warna biji dan warna sekam (International union for the protection of new variety of plants, 2015). Analisis ragam selanjutnya dilakukan pada data yang telah diperoleh dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf nyata 5% untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Pengolahan data menggunakan Microsoft Excel, aplikasi Minitab versi 17, dan SPSS versi 16. Hasil pengamatan bentuk malai dan kerapatan malai tanaman sorgum dilakukan secara observatif dengan panduan International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, 1993).



Gambar 1. Bentuk-bentuk malai



Keterangan: 1: *inflorescence compactness and shape*, 2: *very lax panicle*, 3: *very loose erect primary branches*, 4: *very loose erect primary branches*, 5: *loose drooping primary branches*, 6: *semi-loose erect primary branches*, 7: *semi-loose drooping primary branches*, 8: *semi compact elliptic*, 9: *compact elliptic*, 10: *compact oval*, 11: *half broom corn*, 12: *broom corn*.

Gambar 2. Kerapatan malai (Andriani dan Isnaini, 2010)

Pemanenan dilaksanakan sesuai kondisi tanaman dari masing-masing lokasi. Oleh karena itu, umur panen tergantung dari setiap tanaman dan panen dilaksanakan secara tidak bersamaan.

Hasil dan Pembahasan

Rata-rata umur berbunga dan umur panen berbagai genotip sorgum ditunjukkan pada Tabel 2. Genotipe Tulungagung 2 memiliki umur berbunga dan umur panen paling cepat dibandingkan dengan genotipe Sampang 1, Sampang 2, Tulungagung 1, Jombang, Pasuruan, Lamongan 1, Lamongan 2, dan Tuban. Genotipe Tuban, Tulungagung 1, dan Jombang memiliki umur berbunga yang paling lama (53 hari setelah tanam, HST). Genotipe Sampang 2 dan Jombang memiliki masa umur panen yang lama (91 HST), sedangkan masa umur panen yang paling cepat terdapat pada genotipe Tulungagung 2 (70 HST). Keragaman umur berbunga pada genotipe sorgum

dipengaruhi faktor genetik (Panjaitan *et al.*, 2015). Umur tanaman akan mempengaruhi lamanya masing-masing genotipe dalam menjalankan tahap-tahap pertumbuhannya, sehingga terjadi perbedaan umur berbunga dan umur panen pada masing-masing genotipe (Habibah *et al.*, 2020).

Tabel 2. Rata-rata Umur Berbunga dan Umur Panen Berbagai genotipe sorgum lokal Jawa Timur

Genotipe	Umur Berbunga (Hari)	Umur Panen (Hari)
Sampang 1	42	86
Sampang 2	42	91
Tulungagung 1	53	77
Tulungagung 2	38	70
Jombang	53	91
Pasuruan	49	77
Lamongan 1	49	77
Lamongan 2	51	86
Tuban	53	86

Tabel 3. Rata-rata Panjang malai (cm) dan jumlah biji/tanaman (g) berbagai genotipe sorgum lokal Jawa Timur

Genotipe	Panjang Malai (cm)	Jumlah Malai/ Rumpun	Jumlah biji/malai
Sampang 1	35,83 c	3,42 a	1962,00 ef
Sampang 2	47,75 a	3,42 a	1840,67 ef
Tulungagung 1	41,29 b	3,19 a	2746,67 cd
Tulungagung 2	41,73 b	2,64 a	1427,00 f
Jombang	23,92 d	2,77 a	3081,67 bc
Pasuruan	34,69 c	2,97 a	2293,67 de
Lamongan 1	25,50 d	3,11 a	3564,00 b
Lamongan 2	38,53 bc	2,36 a	4582,00 a
Tuban	26,13 d	2,55 a	3125,67 bc
KK %	4,15		8,6

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf nyata 5%.

Rata-rata Panjang malai, jumlah malai per rumpun, dan jumlah biji per tanaman berbagai genotipe sorgum ditunjukkan pada Tabel 3. Genotipe Sampang 2 menunjukkan malai terpanjang (47,75 cm) dan secara signifikan berbeda dengan genotipe Sampang 1, Pasuruan, Lamongan 1, Lamongan 2, Tuban, Tulungagung 1, Tulungagung 2, dan Jombang. Jumlah biji per malai genotipe Lamongan 2 menunjukkan berbeda nyata dengan genotipe Pasuruan, Lamongan 1, Tuban, Sampang 1, Sampang 2, Tulungagung 1, Tulungagung 2, dan Jombang. Jumlah malai per rumpun tidak menunjukkan adanya perbedaan,

sedangkan jumlah biji per malai menunjukkan bahwa genotipe Lamongan-2 memberikan jumlah biji per malai yang tertinggi (4582 biji/malai).

Karakter panjang malai dan jumlah biji per malai merupakan salah satu indikator dalam mengukur daya hasil suatu genotipe tanaman. Keduanya penting untuk diamati karena malai sorgum merupakan tempat menampung biji sorgum yang dihasilkan tanaman. Tabel 3 menunjukkan bahwa setiap genotipe memiliki panjang malai dan jumlah biji per malai yang berbeda-beda walaupun tanaman ditanam pada lahan yang sama. Hal ini disebabkan oleh faktor genetik dari masing-masing genotipe. Panjang malai sorgum berkisar antara 4 – 50 cm (Dreger *et al.*, 2019).

Tabel 4 menunjukkan rata-rata bobot segar 1000 biji, bobot kering 1000 biji, dan bobot kering biji/malai berbagai genotipe sorgum lokal. Bobot segar 1000 biji genotipe Tulungagung 1 memberikan hasil tertinggi (41,04 g), namun tidak berbeda nyata dengan genotipe Tulungagung 2, Jombang, dan Pasuruan. Pada parameter bobot kering 1000 biji, genotipe Tulungagung 2 menunjukkan hasil tertinggi (31,55 g), namun tidak berbeda secara nyata dengan genotipe Pasuruan dan Tulungagung 1. Pada pengamatan bobot kering biji/malai, genotipe Lamongan-2 memberikan hasil tertinggi dan secara signifikan berbeda nyata dengan berbagai genotipe lainnya.

Tabel 4. Rata-rata bobot segar 1000 biji, bobot kering 1000 biji, dan bobot kering biji/malai berbagai genotipe sorgum lokal Jawa Timur

Genotipe	Bobot segar 1000 biji (g)	Bobot kering 1000 biji (g)	Bobot kering biji/malai (g)
Sampang 1	26,25 c	23,22 e	44,23 d
Sampang 2	32,65 b	26,53 bc	48,70 d
Tulungagung 1	41,04 a	31,55 ab	86,69 bc
Tulungagung 2	37,87 a	31,96 a	45,73 d
Jombang	41,43 ab	28,87 bc	88,87 b
Pasuruan	37,25 ab	30,06 ab	68,68 c
Lamongan 1	34,07 b	24,66 de	86,68 bc
Lamongan 2	32,40 b	25,88 cde	117,34 a
Tuban	34,61 b	26,49 cd	82,94 bc
KK %	5,94	3,78	8,46

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf nyata 5%.

Pembentukan dan pengisian biji sangat ditentukan oleh kemampuan genetik tanaman yang berhubungan dengan sumber asimilat dan

tempat cadangan makanan pada tanaman. Keberhasilan suatu tanaman dalam menghasilkan produksi yang lebih tinggi disebabkan oleh faktor genetik tanaman, sehingga hasil produksi yang dicapai tergantung dari potensi genetik dari genotipe yang dikembangkan. Selain itu juga ditentukan oleh perbedaan kemampuan dalam menyerap unsur hara, umur tanam dan fase pertumbuhan. Besarnya akumulasi bahan kering pada periode awal pengisian biji merupakan karakteristik yang menentukan perbedaan hasil diantara genotipe-genotipe sorgum (Arum *et al.*, 2022). Bobot 1000 biji merupakan salah satu komponen hasil yang penting karena menggambarkan kemampuan suatu genotipe tanaman dalam memproduksi biji yang baik dan berkualitas. Bobot 1000 biji tergantung pada banyaknya bahan kering yang terdapat dalam biji dan bentuk biji yang dipengaruhi oleh genetik tanaman itu sendiri (Nurdiansyah *et al.*, 2015).

Berdasarkan analisis kadar air pada tanaman sorgum, genotipe Sampang 2 memiliki kadar air tertinggi (11,99%) dibandingkan dengan genotipe Sampang-1, Tulungagung 1, Tulungagung 2, Jombang, Pasuruan, Lamongan 1, Lamongan 2, dan Tuban (9,57%). Hasil analisis kadar abu menunjukkan bahwa genotipe Sampang 2 memiliki kadar abu tertinggi (4,65%) sedangkan kadar abu terendah terdapat pada genotipe Lamongan 1 (1,74%) (Tabel 5).

Tabel 5. Kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan serat kasar berbagai genotip sorgum lokal Jawa Timur

Perlakuan	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak kasar (%)	Serat kasar (%)
Sampang 1	10,76	2,46	17,15	4,13	2,84
Sampang 2	11,99	4,65	14,91	3,68	7,14
Tulungagung 1	11,76	3,82	10,17	4,24	6,23
Tulungagung 2	11,73	4,06	11,87	3,99	8,09
Jombang	12,58	2,72	11,98	4,43	3,85
Pasuruan	11,56	4,14	11,59	3,84	5,69
Lamongan 1	12,04	1,74	12,89	2,94	3,45
Lamongan 2	10,14	3,99	12,41	4,24	5,69
Tuban	9,57	3,59	11,72	4,79	3,84

Kadar air merupakan salah satu syarat mutu penting pada tepung dan bahan pangan lainnya karena berhubungan dengan daya awet tepung. Air yang terdapat dalam bentuk bebas dapat menyebabkan kerusakan bahan makanan, misalnya proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatis maupun penunjang aktifitas serangga perusak (Kurniadi *et al.*, 2013). Kadar air tepung sorgum

pada penelitian ini berkisar antara 9,57% hingga 12,58 %. Kadar air tepung pada penelitian ini masih memenuhi standar komersial pada umumnya, seperti syarat mutu tepung sorgum dalam SNI 01-3157 dengan kadar air maksimal 14% (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

Abu merupakan konten pada biomassa yang tidak dapat terbakar. Kandungan abu yang tinggi bisa berdampak pada terjadinya *fouling*. Bahan bakar biomassa khususnya dari tumbuhan atau residu hasil pertanian cenderung memiliki kadar abu yang tinggi (Sudiyani *et al.*, 2016).

Genotipe Sampang 1 memiliki kadar protein 17,15%, lebih tinggi dibandingkan dengan kadar protein pada genotipe Sampang 2, Tulungagung 1, Tulungagung 2, Jombang, Pasuruan, Lamongan 1, Lamongan 2, dan Tuban, sedangkan kadar protein terendah terdapat pada genotipe Tulungagung 1 (10,17%). Pada pengujian kadar lemak kasar, genotipe Tuban menunjukkan hasil 4,79%, lebih tinggi dibandingkan dengan genotipe Sampang 1, Sampang 2, Tulungagung 1, Tulungagung 2, Jombang, Pasuruan, Lamongan 1, dan Lamongan 2, sedangkan hasil dari pengujian kadar lemak kasar terendah ditunjukkan pada genotipe Lamongan 1 (2,94%). Hasil pengujian serat kasar menunjukkan bahwa genotipe Tulungagung memiliki kadar serat tertinggi (8,09%), sedangkan kadar serat kasar terendah terdapat pada genotipe Sampang 1 (2,84%).

Komponen gizi terbesar kedua didalam sorgum ialah protein. Kadar protein dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan (Azrai *et al.*, 2021). Kandungan dan komposisi protein tepung sorgum dipengaruhi oleh lingkungan tumbuhnya seperti ketersediaan air, tingkat kesuburan lahan, suhu, dan kondisi lingkungan selama pertumbuhan biji, serta faktor genetik (Jumaidi *et al.*, 2021). Kandungan protein sorgum pun hampir sama dengan jagung. Kandungan protein sorgum sebesar 10,11% sedangkan jagung 11,02%. Sorgum mengandung protein sebanyak 8 – 12%, sedangkan beras mengandung 6 – 10% (Daniel and Eric, 2014). Dengan demikian, genotipe-genotipe sorgum lokal ini bila dilihat dari kandungan protein berpotensi dijadikan sumber pangan pengganti beras, sehingga layak untuk dijadikan tetua persilangan.

Kadar lemak tepung sorgum berkisar antara 2,80% - 4,54% (Sudiyani *et al.*, 2016). Keterangan lain menyebutkan bahwa kandungan lemaknya sebanyak 2 – 6% dimana lebih tinggi dibandingkan dengan beras, yaitu 0,5 – 1,5% (Daniel and Eric, 2014). Dengan demikian, kandungan lemak

genotipe-genotipe lokal telah masuk dalam kriteria ini.

Sorgum mengandung serat tidak larut air atau serat kasar dan serat pangan, masing-masing sebesar 6,5% - 7,9% dan 1,1% - 1,23% (Selvia *et al.*, 2014). Perbedaan hasil serat kasar suatu tanaman dipengaruhi oleh iklim dan kesuburan tanah, tempat tumbuh, juga umur tanaman (Merintan *et al.*, 2016). Serat kasar merupakan dinding sel tanaman yang terdiri dari selulosa dan hemiselulosa yang dilapisi lignin dan silika. Semakin tua umur tanaman akan menunjukkan semakin tinggi kadar serat kasar yang ditunjukkan oleh dinding sel tanaman yang keras dan kuat sebagai penopang tanaman (Pebrianto *et al.*, 2021).

Genotipe Pasuruan, Tuban, Sampang 1, Sampang 2, Tulungagung 1 dan Jombang memiliki bentuk malai yang sama, yaitu *lose drooping primary branches*, sedangkan genotipe Lamongan 1 memiliki bentuk malai *compact elliptic*, dan Lamongan 2 dan Tulungagung 2 memiliki bentuk malai *Very lose drooping primary branches* (Tabel 6). Pada peubah kerapatan malai, genotipe Pasuruan, Lamongan 2, Sampang 1, Sampang 2 Tulungagung 1, Tulungagung 2 dan Jombang memiliki kerapatan malai yang sama, yaitu terbuka, sedangkan genotipe Lamongan 1 memiliki kerapatan kompak, dan genotipe Tuban memiliki kerapatan yang semi terbuka (Tabel 6). Bentuk malai tanaman sorgum lebih didominasi dengan bentuk *lose drooping primary branches*, sedangkan kerapatan malai lebih didominasi dengan kerapatan terbuka.

Tanaman sorgum memiliki malai yang beragam, bergantung pada varietas dan dapat dibedakan berdasarkan posisi, kerapatan, dan bentuk. Berdasarkan posisi, malai sorgum terdiri dari tegak, miring dan melengkung; sedangkan berdasarkan kerapatan, malai sorgum terdiri dari kompak, longgar dan intermedier. Berdasarkan bentuk, malai terdiri dari oval, silinder, elip, seperti seruling dan kerucut. Pada sorgum tipe liar, bentuk malai cenderung raceme terbuka (IBPGR, 1993). Variasi malai yang beragam ini dapat menjadi pilihan untuk menentukan tetua pilihan.

Warna biji pada genotipe tanaman sorgum lebih didominasi oleh warna *orange*, sedangkan warna sekam didominasi oleh warna *black* (Tabel 7). Warna biji sorgum dibagi menjadi 11, yaitu *white*, *yellowish white*, *grey white*, *light yellow*, *orange*, *orange red*, *light brown*, *red brown*, *dark brown*, *purple*, dan *black*. Warna sekam dibagi menjadi 7, yaitu *white*, *light yellow*, *medium yellow*, *light brown*, *reddish*

brown, *dark brown*, dan *black* (Nurdiansyah *et al.*, 2015). Hasil Pengamatan warna biji dan warna sekam yang dilakukan secara langsung dengan melihat panduan *International Union for the Protection of New Variety of Plants* (2015) ini diharapkan menjadi variasi pilihan untuk menentukan tetua persilangan.

Tabel 6. Hasil Pengamatan bentuk malai dan kerapatan malai berbagai genotipe sorgum lokal Jawa Timur

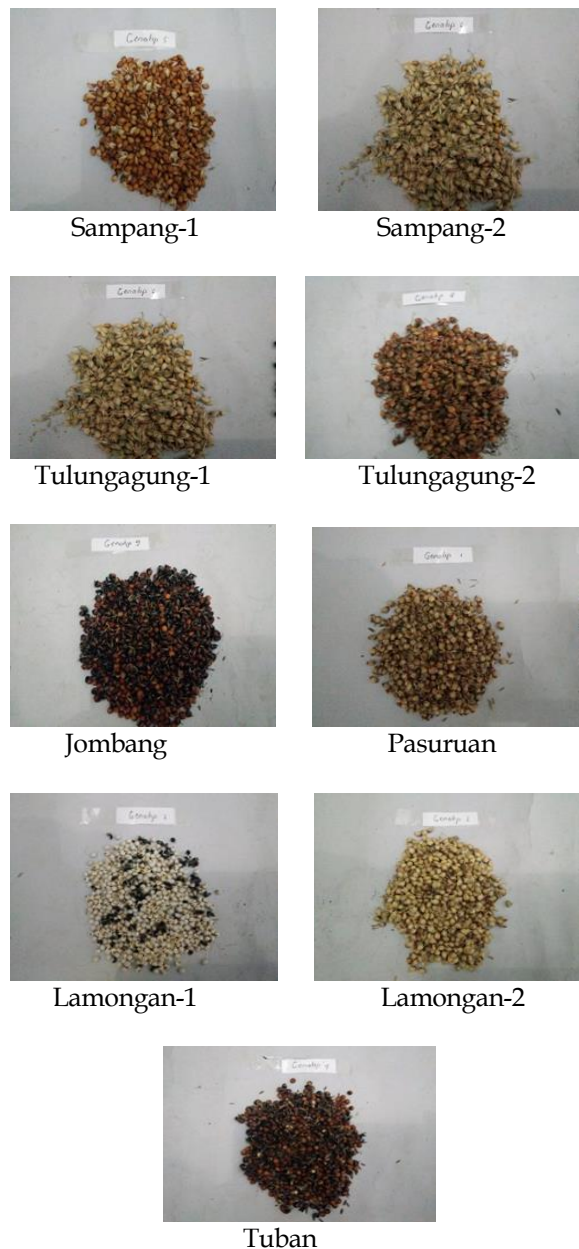
Genotipe	Malai	
	Bentuk	Kerapatan
Sampang 1	<i>lose drooping primary branches</i>	Terbuka
Sampang 2	<i>lose drooping primary branches</i>	Terbuka
Tulungagung 1	<i>lose drooping primary branches</i>	Terbuka
Tulungagung 2	<i>Very lose drooping primary branches</i>	Terbuka
Jombang	<i>lose drooping primary branches</i>	Terbuka
Pasuruan	<i>lose drooping primary branches</i>	Terbuka
Lamongan 1	<i>Compact elliptic</i>	Kompak
Lamongan 2	<i>Very lose drooping primary branches</i>	Terbuka
Tuban	<i>lose drooping primary branches</i>	Semi Terbuka

Tabel 7. Hasil pengamatan warna biji dan warna sekam berbagai genotipe sorgum lokal Jawa Timur

Genotipe	Warna Biji	Warna Sekam
Sampang 1	<i>orange</i>	<i>Medium Yellow</i>
Sampang 2	<i>orange</i>	<i>Medium Yellow</i>
Tulungagung 1	<i>White</i>	<i>Black</i>
Tulungagung 2	<i>Red brown</i>	<i>Dark brown</i>
Jombang	<i>Red brown</i>	<i>Black</i>
Pasuruan	<i>orange</i>	<i>Redish Brown</i>
Lamongan 1	<i>White</i>	<i>Black</i>
Lamongan 2	<i>orange</i>	<i>Redish Brown</i>
Tuban	<i>Red brown</i>	<i>Black</i>

Gambar 3 menunjukkan foto warna biji genotipe-genotipe sorgum. Genotipe Sampang 1, Sampang 2, Pasuruan, Lamongan 2, memiliki warna biji yang sama yaitu *orange*. Genotipe Lamongan 1 dan Tulungagung 1 memiliki biji yang berwarna *white*, sedangkan genotipe Tuban, Tulungagung 2, dan Jombang memiliki biji yang berwarna *red brown*. Pada peubah warna sekam, genotipe Pasuruan dan Lamongan 2 memiliki warna sekam yang sama yaitu *redish brown*, sementara genotipe Lamongan 1 memiliki warna

sekam yang sama dengan genotipe Tuban, Tulungagung 1, dan Jombang yaitu berwarna *black*. Genotipe Sampang 1 dan Sampang 2 memiliki warna sekam *medium yellow*, sedangkan genotipe Tulungagung 2 memiliki sekam yang berwarna *dark brown*.



Gambar 3. Warna biji berbagai genotipe sorgum lokal Jawa Timur

Genotipe tanaman sorgum memiliki karakter yang berbeda-beda, namun beberapa genotipe memiliki kesamaan. Keberagaman suatu tanaman muncul akibat susunan genetik yang berbeda. Gen pada tanaman akan menghasilkan produksi yang berbeda sesuai dengan potensi gennya. Setiap

varietas memiliki perbedaan dalam penyerapan unsur hara, fase pertumbuhan, dan umur tanaman (Panjaitan *et al.*, 2015).

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi daya hasil dan kualitas 9 genotipe sorgum lokal Jawa Timur sangat beragam. Dari hasil penelitian ini direkomendasikan genotip Lamongan-2 sebagai calon tetua persilangan unggul karena menunjukkan berat kering biji tertinggi (117,34 gram/malai), jumlah biji per malai tertinggi (4582 biji /malai), bobot kering 1000 biji 25,55 gram, dengan warna biji orange dan dengan umur panen 86 hari setelah tanam. Genotip Lamongan-2 memiliki kadar protein 12,41 %, kadar lemak 4,24 % dan serat kasar 5,69 %. Umur panen paling cepat (70 hari) dicapai oleh genotip Tulungagung-2, akan tetapi genotip Tulungagung-2 tersebut memiliki daya hasil yang rendah, dengan berat kering biji/malai 45,73 gram/malai, dan jumlah biji per malai 1427 biji/malai. Hasil analisis kualitas biji menunjukkan kandungan protein tertinggi dicapai oleh genotip Sampang-1 (17,15%) dan terendah pada genotipe Tulungagung-1 (10,17%). Kadar lemak tertinggi adalah pada genotipe Tuban (4,79%) dan terendah adalah pada Lamongan-1 (2,94%). Kandungan serat kasar tertinggi pada genotipe Tulungagung-2 (8,09%) dan terendah pada genotipe Sampang-1 (2,84%).

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Muhammadiyah Malang Indonesia yang telah mendanai Proyek Penelitian tersebut melalui Program Unggulan Pusat Studi selama tahun 2017.

Daftar Pustaka

Anas, S. Mubarak, N. Wicaksana, and M. Rachmadi. 2019. Genetic gain of Al tolerance and contribution of agronomic traits on Al tolerance in the early stage of sorghum breeding program. *Plant Prod.*

- Sci. 22(2): 319-326. doi: 10.1080/1343943X.2019.1569471.
- Anas dan A. Suhanto. 2018. Keragaan Penampilan Lima Genotip Sorgum Manis (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) Introduksi Jepang Di Jatinangor Indonesia. *Zuriat* 29(2):80-87. doi: 10.24198/zuriat.vol29n2.5.
- Association of Official Analytical Chemist. (1970). *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists*. Association of Official Analytical Chemist. Washington DC.
- Apliza, D., M. Ma'shum, S. Suwardji, dan V.J. Wargadalam. 2019. Pemberian Pupuk Silikat dan Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan, Kadar Brix, dan Hasil Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *J. Penelit. Pendidik. IPA* 6(1). doi: 10.29303/jppipa.v6i1.229.
- Arum, L.S., L.W. Safitri, H. Murtiyaningsih, dan M. Hazmi. 2022. Efektifitas Madu Sebagai Substituen Media Induksi Kalus Sorgum (*Sorghum bicolor*) Secara In Vitro. *J. Imiah Pertan.* 10(1): 39-45.
- Azrai, M., M.B. Pabendon, M. Aqil, A. Yuliani, dan N.N. Andayani. 2021. *Teknologi Budidaya Sorgum Unggul (P. tanaman Pangan, editor)*. 1st ed. Cv. Cakrawala Yogyakarta. Yogyakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3157: 2002 - Sorgum*. <https://dokumen.tips/documents/08-standar-nasional-indonesia-sni-5625362f3dc26.html>.
- Daniel, N., and D. Eric. 2014. Exploring variation, relationships and heritability of traits among selected accessions of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in the upper east region of Ghana. *J. Plant Breed. Genet.* 01(03): 101-107.
- Dreger, M., R. Mól, A. Deja, E. Raj, G. Mańkowska, et al. 2019. Improved plant regeneration in callus cultures of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Vitr. Cell. Dev. Biol. - Plant* 55(2): 190-198. doi: 10.1007/s11627-019-09963-9.
- Habibah, N., J. Rahmad, dan S. Budi. 2020. Keragaan pertumbuhan dan hasil tiga varietas sorgum manis (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) pada uji dosis pupuk majemuk NPK. *J. Trop.* 4(1): 11-23.
- International Board for Plant Genetic Resources. 1993. *Descriptors for sorghum*. IBPGR and ICRISAT.
- International Union for The Protection of New Varieties of Plants. 2015. *Guidelines for the conduct of test for distinctness, homogeneity and stability*. International Union for The Protection of New Varieties of Plants.
- Jumaidi, O., M. Junda, C. Wiharto, Mu'nisa, dan N. Iriany. 2021. *Teknologi Budidaya Tanaman Jagung (Zea Mays) Dan Sorgum (Sorghum Bicolor L.)*. 1st ed. Biopress, Jambi.
- Kurniadi, M., M. Andriani, F. Faturrohman, dan E. Damayanti. 2013. Karakteristik fisikokimia tepung biji sorghum (*Sorghum bicolor* L.) terfermentasi bakteri asam laktat *Lactobacillus acidophilus*. *Agritech J. Fak. Teknol. Pertan. UGM* 33(3): 288-295. doi: 10.22146/agritech.9550.
- Merintan, S.F., N. Basuki, S. Lestari, dan Purbaningsih. 2016. Uji daya hasil pendahuluan 19 galur tomat F6 (*Lycopersicon Esculentum* Mill.). *J. Produksi Tanam.* 4(8): 654-659.
- Nurdiansyah, A.F., Z. Muhammad, dan Elza. 2015. Uji Daya Hasil Dan Mutu Fisiologis Benih Beberapa Genotipe Sorgum Manis (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) Koleksi Batan. *Dosen Faperta Univ. Riau Jom Faperta* 2(1).
- Panjaitan, R., E. Zuhry, dan Deviona. 2015. Karakterisasi dan Hubungan Kekerabatan 13 Genotipe Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Mouch) Koleksi Batan. *Jom Faperta* 2(1): 1689-1699.
- Pebrianto, Y., D. Okalia, dan T. Nopsagiarti. 2021. Pengaruh pupuk hijau titonia (*Tithonia Diversifolia*) terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum (*Sorghum Bicolor* L) Yayan. *J. Green Swarnadwipa* 9860(1): 51-60.
- Pujiharti, Y., E. Paturohman, and Ikhwan. 2022. Prospect of sorghum development as corn substitution in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 978(1), 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/978/1/012019>
- Putri, I.Y. 2021. Evaluasi Karakter Agronomi Dan Laju Fotosintesis Empat Genotipe Sorgum (*Sorghum Bicolor* [L.] Moench). *Inov. Pembang. J. Kelitbangan* 9(01): 1. doi: 10.35450/jip.v9i01.221.
- Rajalakshimi, P., G. Balasubramanian, P.P. Mahendran, and S.U. Kanna. 2019. Effect of biomanures on growth and yield of sorghum under rainfed conditions. *International Journal of Chemical Studies*, 7(3): 4668-4671.

- Ristiani, D.N., M. Syamsoel Hadi, K. Setiawan, dan E. Pramono. 2021. Biomassa dan hasil lima genotipe sorgum (*Sorghum Bicolor* [L.] Moench) di lahan kering Tanjung Bintang Lampung Selatan. J. Kelitbangan 9(01): 71. doi: 10.35450/jip.v9i01.220.
- Selvia, N., A. Mansyoer, dan J. Sjoftan. 2014. Pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.) dengan pemberian beberapa kombinasi kompos dan pupuk P. Jom Faperta 1(2).
- Septeningsih, C., A. Soegianto, dan Kuswanto. 2013. Uji daya hasil pendahuluan galur harapan tanaman kacang panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) berpolong ungu. J. Produksi Tanam. 1(4): 314–324.
- Sudiyani, Y., J. Waluyo, A.P. Riandy, P. Primandaru, dan Novia. 2016. pengaruh temperatur dan waktu tinggal pada perlakuan awal bagas sorgum dengan metode Steam Explosion. J. Tek. Kim. 21(4): 48–57.
- Tarigan, J.A., E. Zuhry, dan Nurbaiti. 2015. Uji daya hasil beberapa genotipe sorgum manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) koleksi Batan. JOM 2(1).
- Woodman, A. 1941. Food Analysis (4th ed.). Mc Graw Hill Book Company.

Herdiyantoro, D. · T. Simarmata · M.R. Setiawati · N. Nurlaeny · B. Joy · M. Arifin · J.S. Hamdani · I. Handayani

Pemilihan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium untuk meningkatkan serapan kalium dan pertumbuhan tanaman jagung pada tanah Inceptisols

Sari. Salah satu strategi yang diterapkan pada pupuk hayati untuk menunjukkan efek positif pada tanaman yang diinokulasi adalah pemilihan teknik aplikasi dan dosis yang tepat, baik pada tanah, benih, atau kombinasi keduanya. Tujuan dari percobaan ini adalah mendapatkan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K yang memberikan hasil terbaik terhadap penyerapan K dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada Inceptisols Jatinangor. Percobaan dilaksanakan pada November 2018–Januari 2019 di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan 9 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan terdiri dari tanpa perlakuan (kontrol), aplikasi pada benih 400 g.ha⁻¹ dan 800 g.ha⁻¹, aplikasi pada tanah 2 kg.ha⁻¹ dan 4 kg.ha⁻¹, dan kombinasi antara kedua teknik aplikasi dan dosis tersebut. Hasil percobaan menunjukkan aplikasi pupuk hayati pelarut K dengan dosis 4 kg.ha⁻¹ dapat meningkatkan populasi BPK total 52,86% dibandingkan kontrol dan berkorelasi positif terhadap konsentrasi K₂O ($r=0,64^{**}$), serapan K ($r=0,59^{**}$), dan diameter batang tanaman jagung ($r=0,46^{*}$) yang dibudidayakan di tanah Inceptisols Jatinangor.

Kata kunci: Aplikasi pada benih · Aplikasi pada tanah · Bakteri pelarut kalium · Dosis · Jagung

Selection of application technique and dose of potassium solubilizing biofertilizer to increase potassium uptake and growth of maize on Inceptisols

Abstract. One of the strategies applied to biofertilizers to show a positive effect on the inoculated plants is the selection of the appropriate application technique and dose in soil, seeds, or a combination of both. The purpose of this experiment was to obtain the application technique and dose of potassium (K) solubilizing biofertilizer that gave the best results on K uptake and growth of maize (*Zea mays* L.) on Inceptisols of Jatinangor. The experiment was performed in November 2018–January 2019 in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran. The experiment used a single factor randomized block design with 9 treatments and 3 replications. The treatments consisted of control, seed treatment at doses of 400 g.ha⁻¹ and 800 g.ha⁻¹, soil treatment at doses of 2 kg.ha⁻¹ and 4 kg.ha⁻¹, and a combination of the two techniques application and doses. The results showed that the application of K solubilizing biofertilizer at a dose of 4 kg.ha⁻¹ could increase the total PSB population by 52.86% compared to control and it was positively correlated with concentration of K₂O ($r=0.64^{**}$), K uptake ($r=0.59^{**}$), and maize stem diameter ($r=0.46^{*}$) grown on Inceptisols of Jatinangor.

Keywords: Seed treatment · Soil treatment · Potassium solubilizing bacteria · Dose · Maize

Diterima : 20 September 2021, Disetujui : 9 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022

DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.35781](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.35781)

Herdiyantoro, D.¹ · T. Simarmata¹ · M.R. Setiawati¹ · N. Nurlaeny¹ · B. Joy¹ · M. Arifin¹ · J.S. Hamdani² · I. Handayani³

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang Km. 21, Jatinangor, Sumedang 45363

²Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang Km. 21, Jatinangor, Sumedang 45363

³Department of Agronomy, Murray State University, 102 Curris Center, Murray, Kentucky 42071, United States

Korespondensi: d.herdiyantoro@unpad.ac.id

Herdiyantoro, D. *et al.* : Pemilihan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium untuk meningkatkan serapan kalium dan pertumbuhan tanaman jagung pada tanah Inceptisols

Pendahuluan

Kalium (K) merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya. Penyerapan K oleh tanaman jagung berkorelasi positif dengan hasil tanaman yang dihasilkan (Maruapey, 2012; Subandi, 2013). Hasil analisis tanah awal Inceptisols Jatinangor menunjukkan salah satu faktor pembatas pertumbuhan tanaman adalah ketersediaan K yang rendah. Penyebab rendahnya ketersediaan K secara alami dalam tanah karena sebagian besar K merupakan penyusun struktur mineral silikat primer atau mineral silikat sekunder (Foth, 1990; Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 1991). Mineral tersebut berpotensi dalam meningkatkan ketersediaan K ketika mineral tersebut lapuk atau larut (Mas'ud, 1992).

Mikrob pelarut K dapat melarutkan sumber K indigen yang berada dalam tanah secara alami atau sumber K eksogen yang diberikan dalam bentuk amelioran K berbasis mineral yang mengandung K (Abou-El-Seoud and Abdel-Megeed, 2012). Mikrob pelarut K yang hidup berinteraksi dengan tanaman di rizosfer menghasilkan asam-asam organik untuk mengeksplorasi sumber K tidak larut dalam struktur mineral silikat sehingga menjadi terlarut untuk memenuhi kebutuhan K sehingga dapat diserap oleh tanaman (Meena *et al.*, 2014; Bennett *et al.*, 2001; Ullman *et al.*, 1996).

Signifikansi aplikasi pupuk hayati terhadap hasil tanaman masih rendah saat ini (Veen *et al.*, 1997). Strategi untuk meningkatkan keberhasilan aplikasi pupuk hayati agar memberikan efek positif pada tanaman yang diinokulasi adalah dengan memberikan perhatian khusus dalam formulasi pupuk hayati, yaitu berbasis isolat mikrob terpilih hasil seleksi dan berviabilitas tinggi dalam bahan pembawa serta penetapan teknik aplikasi dan dosis yang tepat berdasarkan hasil pengujian. Dua puluh lima isolat bakteri pelarut kalium (BPK) telah diisolasi dari rizosfer tanaman jagung pada Inceptisols Jatinangor (Herdiyantoro *et al.*, 2018a). Hasil seleksi mendapatkan tiga isolat BPK terpilih yang mempunyai aktivitas tinggi dalam melarutkan K-felspar (Herdiyantoro *et al.*, 2018b). Ketiga isolat BPK terpilih menghasilkan asam organik dan fitohormon, terutama asam kumarat dan giberelin. Formula pupuk hayati pelarut K tersusun atas isolat BPK terpilih dalam bahan pembawa padat berbasis mineral K-felspar

berviabilitas tinggi pada masa simpan empat minggu (Herdiyantoro *et al.*, 2021).

Pupuk hayati dapat diaplikasikan pada tanah (*soil treatment*), pada benih (*seed treatment*), atau kombinasi keduanya (Kendra, 1999). Pemilihan teknik aplikasi tergantung bagaimana cara kerja pupuk hayati dalam memfasilitasi ketersediaan unsur hara atau menghasilkan fitohormon untuk membantu pertumbuhan tanaman. Pemilihan teknik aplikasi pupuk hayati pelarut K pada tanah bertujuan untuk mengoptimalkan efek pelarutan unsur hara oleh mikrob pelarut K sehingga dapat diserap tanaman dengan cara memperpendek jarak antara K tersedia dalam larutan tanah dengan akar. Dekatnya jarak antara K tersedia dengan akar akan mempercepat sampainya K melalui difusi di permukaan akar (Mengel, 2007). Pupuk hayati juga dapat berperan sebagai rizobakteri pemacu tumbuh tanaman melalui produksi fitohormon (Boiero *et al.*, 2007; Figueiredo *et al.*, 2011). Aplikasi pupuk hayati pelarut K pada benih diharapkan mampu membekali benih dengan fitohormon yang dihasilkan mikrob pelarut K secara eksogen untuk memacu pertumbuhan tanaman.

Dosis pupuk hayati berkaitan dengan kepadatan inokulan yang harus memenuhi persyaratan teknis minimal dalam Kepmentan No. 261/KPTS/SR. 310/M/4/2019. Inokulan pupuk hayati juga harus dapat berkompetisi dengan mikrob indigen dan bertahan dari predator dalam tanah ketika diaplikasikan di lapangan (Veen *et al.*, 1997; Bashan, 1998; Nelson, 2004). Hal tersebut dapat disiasati dengan mengaplikasikan pupuk hayati dengan jumlah inokulan melebihi jumlah mikrob indigen dan predator dalam tanah (Tate, 2000) atau mengaplikasikan inokulan dalam bahan pembawa sebagai habitat mikro yang memberikan perlindungan bagi inokulan dari pengaruh kompetisi dan predasi ketika diaplikasikan di lapangan (Veen *et al.*, 1997).

Akil dan Syafruddin (2015) menguji pengaruh berbagai pupuk hayati unggulan nasional dengan teknik aplikasi dan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Aplikasi pupuk hayati Bio-Padjar pada benih jagung dengan dosis 10 g.kg⁻¹ dan aplikasi pada tanah dengan dosis 0,5-1,0 kg.ha⁻¹ menunjukkan konsentrasi N (2,71%) dan P (0,46%), hasil bobot biji (10,06 ton.ha⁻¹), dan efektivitas agronomis relatif (121,2%) paling tinggi dibandingkan perlakuan pupuk hayati lainnya.

Pemilihan teknik dan dosis aplikasi pupuk hayati pelarut K yang tepat merupakan hal penting untuk menjamin efektivitas kerja pupuk hayati dalam melarutkan K hingga sampai di permukaan akar dan diserap tanaman, serta menjamin viabilitas inokulan dalam pupuk hayati dari pengaruh kompetisi dan predasi ketika diaplikasikan di lapangan. Oleh karena itu, perlu dilakukan percobaan untuk menguji teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K sehingga diperoleh informasi adanya salah satu teknik aplikasi dan dosis yang memberikan hasil terbaik terhadap penyerapan K dan pertumbuhan tanaman jagung pada Inceptisols Jatinangor.

Bahan dan Metode

Percobaan dilaksanakan pada bulan November 2018-Januari 2019 di rumah kaca Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor. Bahan-bahan yang digunakan adalah: (i) Pupuk hayati pelarut K dengan formula: 1% BPK kultur campuran + 15% K-felspar + 30% kompos jerami padi + 45% biochar sekam padi + 9% media cair Aleksandrov dengan masa simpan 4 minggu (kepadatan $1,2 \times 10^6$ cfu.g⁻¹); (ii) Contoh tanah Inceptisols dari lahan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran (K-dd rendah [0,14 cmol.kg⁻¹], K₂O HCl 25% tinggi [54,39 mg.100 g⁻¹], pH agak masam [6,49], C-organik rendah [1,81%], kapasitas tukar kation sedang [20,81 cmol.kg⁻¹], tekstur liat, populasi BPK total $2,04 \times 10^5$ cfu.g⁻¹, populasi bakteri total $3,00 \times 10^8$ cfu.g⁻¹, dan populasi fungi total $1,60 \times 10^4$ cfu.g⁻¹; (iii) Benih jagung hibrida kultivar Pertiwi 3; (iv) Pupuk, yaitu: Urea, SP-36, kompos jerami padi (C-organik 17,03%, N 1,39%, C/N 12,25, K₂O 1,21%, kadar air 8,58%, pH 7,71, kapasitas tukar kation 99,90 cmol.kg⁻¹, dan kehalusan 9,97% yang lolos ayakan 4 mesh), dan amelioran K dengan formula: 60% K-felspar + 20% kompos jerami padi + 20% biochar sekam padi dosis 810 kg.ha⁻¹; dan (v) Media agar Aleksandrov (K-felspar sebagai sumber K). Alat-alat yang digunakan adalah: (i) Peralatan untuk penentuan serapan K; (ii) Peralatan untuk menentukan populasi BPK total; dan (iii) Peralatan untuk mengukur pertumbuhan tanaman jagung.

Percobaan dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok. Terdapat 9 perlakuan yang diujikan dengan 3 ulangan (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan Teknik Aplikasi dan Dosis Pupuk Hayati Pelarut K

No.	Kode	Perlakuan
1.	A	Kontrol
2.	B	Aplikasi pada Benih 400 g.ha ⁻¹
3.	C	Aplikasi pada Benih 800 g.ha ⁻¹
4.	D	Aplikasi pada Tanah 2 kg.ha ⁻¹
5.	E	Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha ⁻¹
6.	F	Aplikasi pada Benih 400 g.ha ⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 2 kg.ha ⁻¹
7.	G	Aplikasi pada Benih 400 g.ha ⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha ⁻¹
8.	H	Aplikasi pada Benih 800 g.ha ⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 2 kg.ha ⁻¹
9.	I	Aplikasi pada Benih 800 g.ha ⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha ⁻¹

Respons perlakuan diukur pada masa vegetatif akhir tanaman jagung, yaitu:

1. Konsentrasi K₂O dan serapan K (metode pengabuan basah dengan HNO₃ dan HClO₄; Sulaeman *et al.*, 2005). Pengambilan sampel daun pada fase *tasseling* ke *silking*, yaitu daun di bawah tongkol dan berlawanan dari tongkol (Thom *et al.*, 1991; Flynn *et al.*, 1999).
2. Populasi BPK total (metode *total plate count* pada media agar Aleksandrov). Teknik pengambilan sampel tanah di daerah rizosfer tanaman jagung berdasarkan Husen (2007).
3. Komponen pertumbuhan tanaman jagung. Cara pengukuran komponen pertumbuhan sebagai berikut (Sari *et al.*, 2017):
 - a. Tinggi tanaman diukur menggunakan meteran dari pangkal tanaman pada permukaan tanah yang sudah ditandai dengan menggunakan patokan standar, yaitu di buku pertama pada ruas ke-2 sampai pada ujung daun terpanjang setelah diluruskan.
 - b. Jumlah daun dihitung pada daun yang telah membuka sempurna dan daun lembaga tidak dihitung.
 - c. Diameter batang diukur menggunakan jangka sorong pada ruas ke-2 dari tanah dengan 2 kali pengukuran pada sisi yang berbeda, kemudian hasil pengukuran dirata-ratakan.

Uji normalitas dilakukan pada data yang diperoleh dan jika tidak menyebar normal maka dilakukan transformasi data. Analisis ragam pada taraf nyata 5% dilakukan untuk pengujian pengaruh perlakuan dan jika terdapat pengaruh

nyata dilanjutkan dengan uji lanjut Dunnett untuk menguji perbedaan nilai rata-rata respons perlakuan dibandingkan kontrol (Mattjik dan Sumertajaya, 2002). Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antar respons perlakuan (Taylor, 1990). Analisis-analisis statistik tersebut menggunakan perangkat lunak *Statistical Product and Service Solutions* versi 15.0.

Perlakuan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K terbaik dipilih berdasarkan:

1. Perlakuan yang berbeda nyata terhadap kontrol berdasarkan hasil uji lanjut Dunnett yang terdapat pada semua respons perlakuan; atau
2. Perlakuan yang berbeda nyata terhadap kontrol berdasarkan hasil uji lanjut Dunnett pada respons perlakuan yang mempunyai koefisien korelasi positif yang paling kuat terhadap semua respons perlakuan; atau
3. Perlakuan yang berbeda nyata terhadap kontrol berdasarkan hasil uji lanjut Dunnett pada respons perlakuan yang mempunyai koefisien korelasi positif yang paling kuat terhadap semua respons perlakuan dan perlakuan tersebut lebih praktis diaplikasikan di lapangan.

Pengambilan contoh tanah untuk analisis tanah awal dan sebagai media tanam dilakukan secara komposit pada kedalaman 0–20 cm dari permukaan tanah. Tanah dikeringudarkan, dibersihkan dari sisa-sisa tanaman, ditumbuk, dan disaring dengan saringan 2 mm untuk mendapatkan butiran tanah yang homogen. Contoh tanah ditimbang dengan bobot 15 kg kering udara dan dimasukkan ke dalam *polybag*. Unit-unit percobaan ditata dengan jarak 75 x 20 cm dan ditempatkan secara acak pada setiap kelompok perlakuan di rumah kaca.

Dua benih jagung hibrida kultivar Pertiwi 3 ditanam dalam *polybag* di setiap unit percobaan, kemudian pada 2 minggu setelah tanam (MST) dilakukan penjarangan sehingga tersisa satu bibit. Aplikasi pupuk hayati pelarut K dilakukan sesuai perlakuan dengan teknik: (i) Aplikasi pada benih, yaitu dengan mencampurkan pupuk hayati dengan benih jagung secara homogen sebelum tanam. Pupuk hayati dengan dosis sesuai perlakuan dicampurkan dengan air (rasio 1:2) (Kendra, 1999) lalu disiramkan ke benih jagung hingga homogen; dan (ii) Aplikasi pada tanah, yaitu mencampurkan pupuk hayati dengan kompos (rasio 1:20) sebelum diaplikasikan ke tanah (Kendra, 1999; Mazid and Khan, 2014). Perlakuan pupuk hayati dosis 2

kg.ha⁻¹ dicampurkan dengan 40 kg kompos sedangkan dosis 4 kg.ha⁻¹ dengan 80 kg kompos, kemudian diinkubasikan selama 1 hari sebelum aplikasi dan diberikan pada tanah dengan cara dibenamkan pada lubang tugal pada kedalaman 7 cm dengan jarak 5 cm di samping tanaman. Dosis pupuk hayati diaplikasikan bertahap, yaitu masing-masing diberikan setengah dosis pada 4 dan 7 MST.

Pemupukan dasar untuk tanaman jagung adalah Urea 350 kg.ha⁻¹, SP-36 200 kg.ha⁻¹, KCl 200 kg.ha⁻¹, dan kompos 2 ton.ha⁻¹ (Suryana *et al.*, 2007). Pupuk Urea diberikan tiga kali aplikasi, yaitu 25% pada 1 MST, 50% pada 4 MST, dan 25% pada 6 MST. Pupuk SP-36 diberikan seluruhnya pada 1 MST. Pupuk-pupuk tersebut diberikan pada lubang tugal dengan jarak 5 cm di samping tanaman. Kompos diberikan seluruhnya pada 1 minggu sebelum tanam dengan mencampurkan secara homogen dengan tanah. Pupuk KCl tidak diberikan pada percobaan ini karena sebagai sumber K tidak larut digunakan amelioran K berbasis mineral K-felspar. Amelioran K dosis 810 kg.ha⁻¹ diberikan seluruhnya pada 1 MST dengan mencampurkan secara homogen dengan tanah. Pemeliharaan tanaman jagung dilakukan secara rutin untuk mempertahankan kadar air pada kapasitas lapang, pengendalian hama, penyakit, dan gulma.

Hasil dan Pembahasan

Perlakuan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K berpengaruh nyata terhadap konsentrasi K₂O, serapan K, populasi BPK total, dan diameter batang, sedangkan terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun tidak berpengaruh nyata pada masa vegetatif akhir tanaman jagung (8 MST).

Terdapat perlakuan-perlakuan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K yang menunjukkan perbedaan nyata terhadap konsentrasi K₂O, serapan K, populasi BPK total, dan diameter batang pada 8 MST tanaman jagung (Tabel 2). Perlakuan G (Aplikasi pada Benih 400 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) dan perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) menghasilkan konsentrasi K₂O lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan A (Kontrol). Perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) menghasilkan serapan K tertinggi

dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan A (Kontrol). Perlakuan E (Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹), perlakuan G (Aplikasi pada Benih 400 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹), perlakuan H (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 2 kg.ha⁻¹), dan perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) menghasilkan populasi BPK lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan A (Kontrol). Perlakuan E (Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹), perlakuan H (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 2 kg.ha⁻¹), dan perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) menghasilkan diameter batang lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan A (Kontrol).

Tabel 2. Pengaruh teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K terhadap konsentrasi K₂O, serapan K, populasi BPK total, dan diameter batang pada 8 MST tanaman jagung

Perla- kuan	Konsen- trasi K ₂ O (%)	Serapan K (g.tana- man ⁻¹)	Populasi BPK Total (x10 ⁵ cfu.g ⁻¹)	Diame- ter Batang (mm)
A	1,1133 a	0,0167 a	2,27 a	5,37 a
B	1,2433 a	0,0433 a	2,40 a	8,82 a
C	1,2633 a	0,0433 a	3,33 a	9,53 a
D	1,2267 a	0,0233 a	3,20 a	8,43 a
E	1,2933 a	0,0367 a	3,47 b	11,85 b
F	1,2733 a	0,0233 a	3,33 a	7,68 a
G	1,3267 b	0,0467 a	4,79 b	10,39 a
H	1,2900 a	0,0500 a	5,07 b	12,19 b
I	1,3767 b	0,0600 b	4,91 b	11,09 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama dengan notasi huruf pada perlakuan A sebagai kontrol tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Dunnett pada taraf nyata 5%; Notasi huruf dibaca ke arah vertikal berdasarkan kolom.

Populasi BPK total menunjukkan nilai korelasi positif dan sedang terhadap konsentrasi K₂O ($r=0,64^{**}$), serapan K ($r=0,59^{**}$), dan diameter batang ($r=0,46^{*}$) (Tabel 3). Respons populasi BPK total karena pengaruh berbagai teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K dipilih untuk mewakili pemilihan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K terbaik karena sangat nyata berkorelasi positif dan sedang terhadap konsentrasi K₂O dan serapan K serta nyata berkorelasi positif dan sedang terhadap diameter batang tanaman jagung. Peningkatan populasi BPK total karena pengaruh aplikasi pupuk hayati pelarut K menyebabkan terjadinya pelarutan K secara biologis dari aplikasi mineral K-felspar sebagai pupuk dasar yang selanjutnya berhubungan dengan peningkatan konsentrasi

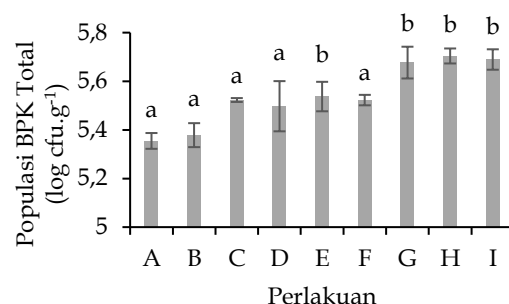
dan serapan K serta diameter batang tanaman jagung. Penambahan ukuran diameter batang berkaitan dengan fungsi K untuk meningkatkan ketebalan jaringan *sclerenchyma* batang yang mempunyai fungsi memberikan kekuatan pada tanaman untuk tidak rebah (Silahooy, 2008).

Tabel 3. Korelasi antar respons perlakuan

Respons	Koefisien Korelasi (r)			
	Konsentra- si K ₂ O	Sera- pan K	Popula- si BPK Total	Diame- ter Batang
Konsentra- si K ₂ O	1	0,44*	0,64**	0,33
Serapan K	0,44*	1	0,59**	0,47*
Populasi BPK Total	0,64**	0,59**	1	0,46*
Diameter Batang	0,33	0,47*	0,46*	1

Keterangan: **Korelasi berpengaruh sangat nyata pada taraf nyata 1%; *Korelasi berpengaruh nyata pada taraf nyata 5%.

Teknik aplikasi pupuk hayati pelarut K pada tanah dengan dosis 4 kg.ha⁻¹ (perlakuan E) merupakan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K terbaik karena menunjukkan populasi BPK total lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan kontrol (perlakuan A) pada 8 MST tanaman jagung (Tabel 2; Gambar 1). Teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K tersebut dapat meningkatkan populasi BPK total 52,86% dibandingkan kontrol. Selain itu, teknik aplikasi pupuk hayati pelarut K pada tanah dengan dosis 4 kg.ha⁻¹ lebih praktis ketika diaplikasikan di lapangan sehingga memperkuat pertimbangan dalam pemilihan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati terbaik.



Keterangan: Error Bars adalah rata-rata ± standar deviasi. Angka rata-rata pada bars yang diberi notasi huruf yang sama dengan notasi huruf pada perlakuan A sebagai kontrol tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Dunnett pada taraf nyata 5%.

Gambar 1. Pengaruh teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K terhadap populasi BPK total pada 8 MST tanaman jagung

Teknik aplikasi pupuk hayati pelarut K pada tanah dengan dosis 4 kg.ha⁻¹ merupakan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati terbaik dalam percobaan ini. Teknik aplikasi dan dosis tersebut dapat meningkatkan populasi BPK total dan diameter batang masing-masing 52,86% dan 120,67% dibandingkan kontrol pada 8 MST tanaman jagung. Hasil tersebut sejalan dengan percobaan Abou-El-Seoud and Abdel-Megeed (2012) yang menunjukkan aplikasi inokulan BPK kultur campuran (*Bacillus mucilaginosus* dan *Bacillus subtilis*) pada tanah dengan dosis 13 kg.ha⁻¹ yang diaplikasikan dengan amelioran K (campuran felspar dan illit) dapat meningkatkan serapan K, bobot tajuk, dan panjang akar masing-masing 74%, 28%, dan 22,6% dibandingkan kontrol pada 23 hari setelah tanam (HST) tanaman jagung. Aplikasi inokulum BPK KSB62 pada tanah dapat meningkatkan populasi BPK total dan lingkaran batang masing-masing 265,85% dan 11,73% dibandingkan kontrol pada 55 HST tanaman jagung (Archana, 2007).

Teknik aplikasi pupuk hayati pelarut K ke dalam tanah di sekitar perakaran menyebabkan K menjadi tersedia, yang merupakan efek pelarutan K dari amelioran K berbasis mineral K-felspar oleh isolat-isolat BPK terpilih dalam pupuk hayati, untuk diserap tanaman menjadi lebih optimal. Jarak antara K tersedia dalam larutan tanah dengan akar menjadi dekat sehingga mempercepat sampainya K melalui difusi di permukaan akar. Laju difusi berbanding terbalik dengan jarak antara K tersedia dalam larutan tanah ke permukaan akar (Mengel, 2007). Keuntungan teknik aplikasi pupuk ke dalam tanah di samping bibit tanaman dekat akar (*side dress application*) adalah jarak pupuk dengan akar tanaman pokok sangat dekat sehingga memungkinkan terjadinya interaksi yang cepat antara pupuk dengan akar dalam penyerapan unsur hara serta pupuk akan lebih tersedia untuk tanaman pokok daripada untuk gulma (Mahler, 2001). Selain itu, aplikasi pupuk hayati pelarut K dilakukan dengan mencampurkan pupuk hayati dalam jumlah kecil dengan kompos dalam jumlah besar untuk memudahkan aplikasi. Pencampuran tersebut menyebabkan tersedianya karbon sebagai sumber energi bagi inokulan pupuk hayati untuk beraktivitas di dalam tanah (Mazid and Khan, 2014).

Dosis aplikasi pupuk hayati pelarut K ke dalam tanah terbagi ke dalam dua tahap.

Aplikasi pertama ketika tanaman jagung berumur 4 MST. Menurut Subekti *et al.* (2007) tanaman jagung mengalami fase V6–V10 pada saat tanaman berumur 18–35 hari setelah berkecambah ($\pm$ 4 MST) yang ditandai dengan jumlah daun terbuka sempurna 6–10 helai, titik tumbuh tanaman sudah di atas permukaan tanah, perkembangan dan penyebaran akar sangat cepat, pemanjangan batang meningkat, telah dimulainya pembentukan bakal bunga jantan (*tassel*) dan perkembangan tongkol sehingga pemupukan pada fase ini diperlukan untuk mencukupi kebutuhan unsur hara. Aplikasi ke dua ketika tanaman jagung berumur 7 MST. Pada fase ini serapan hara K diperlukan tanaman saat *silking* (Syafuruddin *et al.*, 2007). Menurut Subekti *et al.* (2007) tahap *silking* diawali oleh munculnya rambut dari dalam tongkol yang terbungkus kelobot yang dimulai pada 2–3 hari setelah fase *tasseling* (VT). Fase VT berlangsung antara 45–52 hari ($\pm$ 7 MST) yang ditandai adanya cabang terakhir dari bunga jantan sebelum kemunculan bunga betina (*silk*), tinggi tanaman hampir mencapai maksimal, dan bunga jantan mulai menyebarkan serbuk sari.

Isolat-isolat BPK terpilih yang terkandung dalam pupuk hayati pelarut K dapat melarutkan sumber K eksogen, yang terkandung dalam amelioran K berbasis mineral K-felspar yang diberikan sebagai pupuk dasar, sehingga dapat memfasilitasi ketersediaan unsur hara K untuk diserap tanaman jagung. Hal ini terlihat dari perlakuan G (Aplikasi pada Benih 400 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) dan perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) yang dapat meningkatkan konsentrasi K₂O masing-masing 19,17% dan 23,66% dibandingkan perlakuan A (Kontrol). Selain itu, perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) dapat meningkatkan serapan K 259,28% dibandingkan perlakuan A (Kontrol) pada 8 MST tanaman jagung (Tabel 2). Pelarutan K dari K-felspar berlangsung melalui aktivitas BPK dengan perantara asam organik yang dihasilkannya.

Isolat-isolat BPK terpilih menghasilkan asam kumarat, asam sitrat, asam virulat, asam siringat, asam malat, dan asam oksalat dalam melarutkan K-felspar (Herdiyantoro *et al.*, 2021). Girgis *et al.* (2008) menunjukkan *fumaric acid* dan *tartaric acid* merupakan asam organik utama yang dihasilkan isolat BPK dalam melarutkan felspar. Gugus fungsional karboksil (COOH) dan hidroksil (OH) pada asam organik

terdisosiasi menghasilkan ion H^+ yang dapat menggantikan kedudukan ion K^+ sebagai kation penyeimbang dalam struktur mineral (Ismangil dan Hanudin, 2005). Pelapukan mineral silikat mengandung K dapat terjadi jika 50% ion K^+ sebagai kation penyeimbang dalam struktur mineral mampu digantikan oleh ion H^+ dari asam-asam organik melalui proses hidrolisis. Efek dari proses tersebut adalah terjadinya distorsi struktur mineral sehingga ion K^+ akan keluar dari sistem struktur mineral silikat (Hardjowigeno, 1993). Ion K^+ akan terjerap oleh permukaan partikel koloid tanah atau masuk ke dalam larutan tanah menjadi unsur hara K tersedia untuk diserap tanaman. Menurut Mengel and Kirkby (2001), K yang berasal dari pelarutan mineral merupakan salah satu sumber K utama untuk diserap tanaman.

Kepadatan inokulan BPK yang terkandung dalam pupuk hayati pelarut K pada percobaan ini adalah $1,2 \times 10^6$ cfu.g⁻¹ yang memenuhi syarat teknis pupuk hayati dalam Kepmentan No. 261/KPTS/SR. 310/M/4/2019. Syarat teknis pupuk hayati majemuk padat yang tersusun dari mikrob kultur campuran lebih dari dua genus harus mempunyai kepadatan inokulan minimum 1×10^6 cfu.g⁻¹ (Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia, 2019; Ghosh *et al.*, 2001). Aplikasi pupuk hayati dalam bahan pembawa ke dalam tanah dengan kepadatan inokulan yang memenuhi jumlah minimum dapat memberikan lingkungan hidup yang kondusif bagi inokulan (Veen *et al.*, 1997; Ferreira and Castro, 2005; Simanungkalit *et al.*, 2012; Brar *et al.*, 2012; Parmar dan Sindhu, 2013). Bahan pembawa berperan sebagai habitat mikro yang memberikan perlindungan bagi inokulan dari pengaruh kompetisi dengan mikrob indigen dan predasi oleh predator dalam tanah ketika diaplikasikan di lapangan (Veen *et al.*, 1997).

Pupuk hayati pelarut K berbasis isolat-isolat BPK terpilih yang diaplikasikan pada tanah dengan dosis 4 kg.ha⁻¹ dapat meningkatkan populasi BPK total di daerah perakaran dan diameter batang pada masa vegetatif akhir tanaman jagung pada Inceptisols Jatiningor. Penelitian yang dapat dilakukan selanjutnya adalah mengevaluasi kemampuan pupuk hayati pelarut K yang diaplikasikan bersama dengan amelioran K berbasis mineral K-felspar terhadap peningkatan hasil tanaman jagung dan efisiensi penggunaan pupuk KCl dalam skala lapang. Hal tersebut perlu dilakukan karena pemenuhan kebutuhan pupuk

K untuk tanaman selama ini dilakukan melalui pemupukan KCl yang sepenuhnya dipenuhi melalui impor. Pupuk hayati pelarut K dan amelioran K berbasis mineral K-felspar berpotensi sebagai alternatif untuk mengurangi atau menggantikan pemakaian pupuk KCl.

Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan hasil percobaan adalah sebagai berikut:

1. Teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut K berpengaruh nyata terhadap konsentrasi K_2O , serapan K, populasi BPK total, dan diameter batang tanaman jagung pada Inceptisols Jatiningor.
2. Teknik aplikasi pupuk hayati pelarut K pada tanah dengan dosis 4 kg.ha⁻¹ merupakan teknik aplikasi dan dosis terbaik yang dapat meningkatkan populasi BPK total yang berkorelasi positif terhadap konsentrasi K_2O , serapan K, dan diameter batang tanaman jagung pada Inceptisols Jatiningor.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada staf Laboratorium Biologi Tanah, Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman, dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran yang telah membantu dalam analisis di laboratorium dan percobaan di rumah kaca. Percobaan ini dibiayai oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia.

Daftar Pustaka

- Abou-El-Seoud, I.I., and A. Abdel-Megeed. 2012. Impact of rock materials and biofertilizations on P and K availability for maize (*Zea mays*) under calcareous soil conditions. Saudi J. Biol. Sci. 19(1): 55-63.
- Akil, M. dan Syafruddin. 2015. Efektivitas pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung di lahan kering. Prosiding Seminar Nasional Serealia. 205-212.
- Archana, D.S. 2007. Studies on Potassium Solubilizing Bacteria [Thesis]. University of Agricultural Sciences. Dharwad.

- Bashan, Y. 1998. Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. *Biotechnol. Adv.* 16: 729-770.
- Bennett, P.C., J.R. Rogers, and W.J. Choi. 2001. Silicates, silicate weathering, and microbial ecology. *Geomicrobiology Journal* 18: 3-19.
- Boiero, L., D. Perrig, O. Masciarelli, C. Penna, F. Cassan, and V. Luna. 2007. Phytohormone production by three strains of *Bradyrhizobium japonicum* and possible physiological and technological implications. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 74: 874-880.
- Brar, S.K., S.J. Sarma, and E. Chaabouni. 2012. Shelf-life of biofertilizers: An accord between formulations and genetics. *J. Biofertil. Biopestici.* 3(5): 1-2.
- Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. 1991. Kesuburan Tanah. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Depdikbud. Jakarta.
- Ferreira, E.M. and Castro. 2005. Residues of the cork industry as carrier for the production of legume inoculants. *Silva Lusitana* 13(2): 159-167.
- Figueiredo, M.V.B., L. Seldin, F.F. Araujo, R.L.R. Mariano. 2011. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Fundamentals and Applications. In: Maheshwari, D.K. (Ed.). *Plant Growth and Health Promoting Bacteria*. Springer. Berlin.
- Flynn, R., S.T. Ball, and R.D. Baker. 1999. Sampling for Plant Tissue Analysis. New Mexico State University. Mexico.
- Foth, H.D. 1990. Fundamentals of Soil Science. Eighth Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Ghosh, T.K., R.P. Singh, J.S. Duhan, and D.S. Yadav. 2001. A review on quality control of biofertilizer in India. *Fertiliser Marketing News* 32(8): 1-9.
- Girgis, M.G.Z., H.M.A. Khalil, and M.S. Sharaf. 2008. In vitro evaluation of rock phosphate and potassium solubilizing potential of some Bacillus strains. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 2(1): 68-81.
- Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Herdiyantoro, D., T. Simarmata, M.R. Setiawati, N. Nurlaeny, B. Joy, J.S. Hamdani, dan I. Handayani. 2018a. Eksplorasi dan identifikasi morfologi koloni isolat rhizobakteri pelarut kalium dari rhizosfer tanaman jagung yang berpotensi sebagai pupuk hayati pelarut kalium. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.* 4(2): 178-183.
- Herdiyantoro, D., M.R. Setiawati, T. Simarmata, N. Nurlaeny, B. Joy, J.S. Hamdani, and I. Handayani. 2018b. The ability of potassium solubilizing rhizo-bacteria isolated from maize rhizosphere for microbial fertilizer. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 205 012011.
- Herdiyantoro, D., T. Simarmata, M.R. Setiawati, N. Nurlaeny, B. Joy, M. Arifin, J.S. Hamdani, and I. Handayani, I. 2021. The viability of selected potassium solubilizing rhizobacteria in a mixture of K-feldspar and organic matter as carrier material. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 748 012023.
- Husen, E. 2007. Isolasi, Karakterisasi, dan Enumerasi Mikroba: Pengambilan Contoh Tanah untuk Analisis Mikroba. Dalam: Saraswati, R. *et al.* (Editor). *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deptan. Bogor.
- Ismangil dan E. Hanudin. 2005. Degradasi mineral batuan oleh asam-asam organik. *J. Ilmu Tanah dan Lingkungan* 5(1): 1-17.
- Kendra, K.V. 1999. Use of Bio-Fertilizers. Extn. Folder No. 17. ICAR Research Complex for Goa. Ela, Old Goa.
- Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia. 2019. Kepmentan No. 261/KPTS/SR. 310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah. Kementan. Jakarta.
- Mahler, R.L. 2001. Fertilizer Placement. CIS 757. University of Idaho, Cooperative Extension Service, Agricultural Experiment Station, College of Agriculture. Moscow.
- Maruapey, A. 2012. Pengaruh pupuk K terhadap pertumbuhan dan produksi berbagai jagung pulut (*Zea mays ceratina* L.). *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan* 5(2): 33-45.
- Mas'ud, P. 1992. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa. Bandung.
- Mattjik, A.A. dan I.M. Sumertajaya. 2002. Perancangan Percobaan. IPB Press. Bogor.
- Mazid, M. dan T.A. Khan. 2014. Future of bio-fertilizers in Indian agriculture: An overview. *International Journal of Agricultural and Food Research* 3(3): 10-23.
- Meena, V.S., B.R. Maurya, J.P. Verma. 2014. Does a rhizospheric microorganism enhance K(+)

- availability in agricultural soil? *Microbiological Research* 169: 337-347.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 2001. *Principles of Plant Nutrition*. Fifth Edition. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Mengel, K. 2007. Potassium. In: Barker, A.V., Pilbeam, D.J. (Eds.). *Handbook of Plant Nutrition*. CRC Press. Boca Raton.
- Nelson, L.M. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Prospects for new inoculants. *Crop Management* 1-7.
- Parmar, P. and S.S. Sindhu. 2013. Potassium solubilization by rhizosphere bacteria: Influence of nutritional and environmental conditions. *Journal of Microbiology Research* 3(1): 25-31.
- Sari, D.P., B.S. Wilman, dan H. Gusmara. 2017. Pertumbuhan dan hasil jagung manis (*Zea mays saccharata*) dengan pengurangan pupuk NPK yang digantikan dengan lumpur kelapa sawit (*sludge*) pada tanah ultisol. *Agritrop* 15(1): 138-150.
- Silahooy, C. 2008. Efek pupuk KCl dan SP-36 terhadap K tersedia, serapan K dan hasil kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) pada tanah Brunizem. *Bul. Agron.* 36(2): 126-132.
- Simanungkalit, R.D.M., E. Husen, dan R. Saraswati. 2012. Baku Mutu Pupuk Hayati dan Sistem Pengawasannya. Dalam: Simanungkalit, R.D.M. *et al.* (Editor). *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Balitbangtan, Kementan. Bogor.
- Subandi. 2013. Peran dan pengelolaan hara K untuk produksi pangan di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 6(1): 1-10.
- Subekti, N.A., Syafruddin, R. Efendi, dan S. Sunarti. 2007. Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung. Dalam: *Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Deptan. Jakarta.
- Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deptan. Bogor.
- Suryana, A., Suyanto, Zubachtirodin, M.S. Pabbage, dan S. Saenong. 2007. *Budidaya Jagung dengan Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deptan. Jakarta.
- Syafruddin, Faesal, dan M. Akil. 2007. *Pengelolaan Hara pada Tanaman Jagung*. Dalam: *Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Deptan. Jakarta.
- Tate, R.L. 2000. *Soil Microbiology*. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Taylor, R. 1990. Interpretation of the correlation coefficient: A basic review. *JDMS* 1: 35-39.
- Thom, W.O., J.R. Brown, and C.O. Plank. 1991. *Sampling for Corn Plant Tissue Analysis*. Iowa State University. USA.
- Ullman, W.J., D.L. Kirchman, and W.A. Welch. 1996. Laboratory evidence by microbioally mediated silicate mineral dissolution in nature. *Chem. Geol.* 132: 11-17.
- Veen, J.A.V., L.S.V. Overbeek, and J.D.V. Elsas. 1997. Fate and activity of microorganisms introduced into soil. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 61(2): 121-135.

Mustikarini, E.D. · G.I. Prayoga · R. Santi · W.W. Murti

Potensi hasil dan uji keseragaman famili F₇ padi gogo tahan rebah hasil persilangan padi lokal Bangka x varietas unggul

Sari. Perakitan tanaman padi gogo yang akan dilepaskan sebagai varietas harus memiliki keseragaman dan kestabilan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keseragaman famili F₇ pada tanaman padi gogo tahan rebah dan mendapatkan galur harapan dengan daya hasil tertinggi pada tanaman padi gogo F₇. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2020 sampai Mei 2021, di Kebun Penelitian dan Percobaan (KP2), Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan percobaan berupa rancangan acak kelompok yang diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan terdiri dari 5 galur F₇ padi gogo dan 5 varietas pembanding. Analisis data karakter kualitatif dituliskan secara deskriptif. Karakter kuantitatif dianalisis menggunakan uji F (analisis varians) yang dilanjutkan dengan pengujian variabilitas dan uji *Least Significant Increase* (LSI). Hasil penelitian menunjukkan famili galur F₇ tanaman padi gogo telah menunjukkan tingkat keseragaman tinggi dengan persentase keseragaman antara 62,5% sampai 100 %. Galur harapan F₇ yang memiliki daya hasil tertinggi adalah galur 23A-56-22-20-05 sebanyak 12,87 kg/ petak dan 23F-04-10-18-18 sebanyak 12,80 kg/ petak. Semua galur yang diuji memiliki indeks kerebahan nol.

Kata kunci : Keseragaman · Padi gogo · Potensi hasil · Tahan rebah · Variabilitas

Potential yield and uniformity test of the F₇ family of upland rice with lodging resistance from crosses of lokal Bangka rice x superior varieties

Abstract Developing upland rice plants to obtain lodging resistant varieties has been carried out. This study aims to determine the uniformity of the F₇ upland rice family that are resistant to lodging and to obtain promising lines with the highest yield. This research was carried out from December 2020 to May 2021, at the Research and Experimental Station, Faculty of Agriculture, Fisheries, and Biology, Universitas Bangka Belitung. This study used a randomized block design. Treatment consisting of 5 lines of F₇ upland rice, and 5 comparison varieties. Qualitative data were analyzed descriptively and presented in tabular form. Quantitative data were analyzed using the F test (Analysis of Variance), followed by variability testing and the Least Significant Increase (LSI) test. The result showed that F₇ upland rice family had a high level of percentage of uniformity between 62.5% to 100%. The promising lines that had the highest yield were 23A-56-22-20-05 with 12.87 kg/plot and 23F-04-10-18-18 with 12.80 kg/plot.

Keywords: Uniformity · Upland rice · Potential yield · Lodging resistance · Variability

Diterima : 27 September 2021, Disetujui : 9 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022
DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.35885](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.35885)

Mustikarini, ED¹ · G.I. Prayoga¹ · R. Santi¹ · W.W. Murti¹

¹ Prodi Agroteknologi, FPPB Universitas Bangka Belitung, Kampus Terpadu UBB, Balun Ijuk, Kec. Merawang, Kabupaten Bangka 33172

Korespondensi: eriesdyah79@gmail.com

Mustikarini, E.D. *et al.* : Potensi hasil dan uji keseragaman famili F₇ padi gogo tahan rebah hasil persilangan padi lokal Bangka x varietas unggul

Pendahuluan

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) memiliki sekitar 3.000 aksesori, dengan jumlah kultivar sebanyak 40.000 yang tersebar di seluruh belahan dunia (Chauhan *et al.*, 2017). Tanaman padi banyak berkembang luas di negara Indonesia. Negara Indonesia memiliki sekitar 45 varietas tanaman padi sawah dan 150 varietas tanaman padi lahan kering yang umumnya dibudidayakan dan tersebar di seluruh Indonesia (Suranto *et al.*, 2018). Padi tipe Javanica merupakan tanaman padi yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki kemampuan yang baik di bawah cekaman biotik maupun abiotik (Nugroho *et al.*, 2007).

Usaha peningkatan produksi padi dan perbaikan sifat tanaman padi dapat dilakukan dengan kegiatan pemuliaan tanaman. Pemuliaan tanaman merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki sifat suatu tanaman dengan mengubah susunan genetik tanaman (Nuraida, 2012). Perakitan suatu varietas dilakukan untuk mendapatkan tanaman dengan keunggulan sesuai dengan keinginan kita. Pemuliaan tanaman menurut Syukur *et al.* (2012) bertujuan untuk mendapatkan tanaman dengan hasil produksi tinggi, mendapatkan tanaman tahan terhadap cekaman biotik maupun cekaman abiotik, mendapatkan tanaman dengan kualitas baik, dan mendapatkan tanaman yang mempunyai nilai estetika.

Kegiatan pemuliaan tanaman telah dilakukan untuk menghasilkan tanaman padi gogo dengan kemampuan tahan rebah. Evaluasi ketahanan terhadap kerebahan batang telah dilakukan terhadap beberapa varietas unggul baru, dan teridentifikasi varietas Banyuasin tahan terhadap kerebahan batang (Mustikarini *et al.*, 2017). Evaluasi padi gogo pada generasi F₂ menghasilkan 40 galur yang banyak mengandung sifat baik (Mustikarini *et al.*, 2019). Mustikarini *et al.* (2020) melakukan penelitian lanjutan terhadap generasi F₄ dan mendapatkan 3 galur dengan kemampuan tahan rebah dan berpotensi berdaya hasil. Kegiatan penelitian lanjutan dilakukan Yesi (2020), yaitu evaluasi yang dilakukan pada generasi F₆ mendapatkan galur yang berpotensi memiliki kemampuan tahan rebah yaitu galur 23A-56-20-2, 23A-56-20-25, dan 23A-56-28-13.

Galur yang akan dilepaskan sebagai varietas harus memiliki tingkat keseragaman tanaman yang tinggi. Susanto *et al.* (2016) menyatakan bahwa keseragaman tanaman dilakukan untuk mengetahui tinggi rendahnya homogenitas yang terdapat pada suatu tanaman. Hanifah (2018) menyatakan tanaman yang memiliki nilai variabilitas yang rendah memiliki kemungkinan keseragaman tanaman yang lebih tinggi, sedangkan variabilitas yang tinggi memiliki tingkat fenotipik yang luas. Hasil penelitian Mustikarini *et al.* (2021) menunjukan generasi F₆ padi telah memiliki nilai heritabilitas tinggi pada karakter tinggi tanaman, yaitu 97,87%, sedangkan variabilitas sempit pada karakter tinggi tanaman, panjang daun, berat biji perpetak, dan kemajuan genetik harapan (KGH) tertinggi pada karakter biji bernas, yaitu sebesar 169,69 %. Menurut Aryana (2010), suatu karakter pada tanaman yang memiliki nilai standar deviasi lebih kecil dibandingkan dengan nilai standar deviasi pembandingan (tetua) yang memiliki keseragaman yang tinggi.

Penelitian yang dilakukan merupakan pengujian tentang uji keseragaman pada tanaman padi gogo. Uji keseragaman tanaman padi penting dilakukan untuk mendapatkan tanaman padi yang seragam dengan karakter tahan rebah dan hasil tinggi, dengan memanfaatkan varietas baru yang berasal dari varietas lokal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya dan dapat dijadikan acuan dalam pelepasan varietas tanaman padi gogo hasil persilangan antara aksesori lokal dengan varietas nasional.

Bahan dan Metode

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Desember 2020-Mei 2021. Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Penelitian dan Percobaan (KP2) Universitas Bangka Belitung, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen yang menggunakan rancangan acak kelompok (RAK). Perlakuan terdiri dari 5 galur F₇ padi gogo tahan rebah (Mustikarini *et al.*, 2020) dan 5 varietas pembandingan. Galur tanaman padi F₇ adalah hasil dari persilangan tanaman padi aksesori (Balok dan Mutan M₈-GR₁₅₀-1-9-13) dan varietas

nasional unggul (Banyuasin dan Inpago 8). Galur yang digunakan merupakan galur terseleksi yang telah dilakukan pengujian uji daya hasil pendahuluan padi galur F₆. Galur-galur generasi tersebut ialah 19I-06-09-23-03, 21B-57-21-21-23, 23F-04-10-18-18, 23A-56-20-07-20 dan 23A-56-22-20-05. Varietas pembanding yang digunakan yaitu Situ Patenggang, Danau Gaung, Inpago 8, Inpago 12, dan Rindang.

Setiap unit percobaan diulang sebanyak 3 kali sehingga jumlah total unit percobaan sebanyak 30. Masing-masing petakan berukuran 4 x 5 m yang terdiri dari 320 lubang tanam dengan jarak tanam adalah 25 x 25 cm dan jumlah benih dalam setiap lubang tanam adalah 3. Sampel yang diamati pada masing-masing petakan sebanyak 10 rumpun sehingga total sampel sebanyak 300 rumpun. Pengamatan dilakukan pada karakter kualitatif dan kuantitatif berdasarkan IRRI (2011). Pengamatan karakter kualitatif meliputi :

- a. Indeks Kerebahan
Indeks kerebahan tanaman dinilai pada saat setelah panen. Penilaian indeks kerebahan terbagi menjadi: (0) Tanaman tidak ada yang rebah (sangat tahan rebah), (1) Tanaman rebah < 20%, (3) Tanaman rebah 21 - 40%, (5) Tanaman rebah 41 - 60 %, (7) Tanaman rebah 61 - 80 %, dan (9) Tanaman rebah > 80%.
- b. Tekstur Permukaan Daun
Tekstur permukaan daun diamati pada saat tanaman pada fase vegetatif atau sebelum tanaman mengalami pembungaan. Pengamatan dilakukan dengan meraba tekstur permukaan daun dari pangkal ke ujung atas. Pengelompokan permukaan daun dibagi menjadi (1) kasar, (2) sedang, dan (3) licin.
- c. Warna Kaki
Pengamatan warna kaki dilakukan pada saat tanaman padi memasuki fase akhir vegetatif. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan *Royal Horticultural Society Colour Chart*. Pengamatan pada batang bawah padi setelah permukaan tanah.
- d. Warna Batang
Warna batang diamati pada saat tanaman padi memasuki fase akhir vegetatif. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan *RHS Colour Chart*. Pengamatan dilakukan pada batang bagian dalam.

Pengamatan karakter kualitatif, meliputi :

- a. Tinggi Tanaman (cm)
Tinggi tanaman padi diukur dengan mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang sampai ke ujung malai tertinggi. Waktu pengukuran dilakukan pada saat fase generatif, menjelang panen.
- b. Panjang Daun Bendera (cm)
Panjang daun tanaman padi diukur dari pangkal daun sampai ke bagian ujung daun. Waktu pengukuran dilakukan pada saat sebelum tanaman padi dipanen. Bagian daun bendera yang diambil merupakan bagian daun bendera pada malai terpanjang.
- c. Jumlah Anakan total
Jumlah anakan total dilakukan dengan menghitung anakan yang tumbuh. Total jumlah anakan dihitung pada saat tanaman telah mengalami fase anakan maksimal.
- d. Umur Berbunga (HST)
Perhitungan umur berbunga dihitung sejak benih mulai ditanam sampai muncul bunga. Umur bunga ditentukan sejak hari pertama sampel tanaman padi mulai berbunga.
- e. Jumlah Anakan Produktif
Perhitungan jumlah anakan produktif dilakukan dengan menghitung keseluruhan tanaman yang mengeluarkan malai per-rumpun, bersamaan dengan pengukuran tinggi tanaman. Anakan yang tidak memiliki malai tidak dihitung sebagai anakan produktif.
- f. Jumlah Biji Bernas/Per Rumpun
Biji bernas pada tanaman padi diperoleh dengan cara menghitung semua jumlah sampel biji yang bernas yang terdapat dalam satu petak. Perhitungan biji bernas dilakukan dengan memisahkan bagian biji berisi dengan biji hampa.
- g. Berat Produksi Per Petak (g)
Perhitungan berat produksi per petak dilakukan pada saat tanaman padi sudah memasuki fase matang fisiologis. Biji padi dikumpulkan per petak dan ditimbang menggunakan timbangan.
- h. Bobot 1000 Biji (g)
Perhitungan bobot 1000 biji dilakukan dengan mengambil sampel pada gabah secara acak per petak. Biji yang diambil kemudian di timbang dengan menggunakan timbangan.

Pengujian Variabilitas. Nilai variabilitas ditentukan dengan menghitung nilai ragam

genotip, ragam lingkungan, dan ragam fenotip. Langkah yang dilakukan selanjutnya adalah menghitung standar eror ragam fenotip dan standar eror ragam genotip.

Nilai variabilitas dapat dihitung dengan analisis varian kuadrat tengah terlebih dahulu, kemudian menghitung nilai varian atau ragam genotip, lingkungan, dan fenotip, dengan formula sebagai berikut:

$$\sigma^2 g = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$\sigma^2 e = \frac{KTe}{r}$$

$$\sigma^2 f = \sigma^2 g + \sigma^2 e$$

Keterangan : $\sigma^2 g$ = Ragam genotip
 $\sigma^2 e$ = Ragam lingkungan
 $\sigma^2 f$ = Ragam fenotip
 KTg = Kuadrat tengah genotip
 KTe = Kuadrat tengah galat
 r = Ulangan

Langkah selanjutnya menghitung standar deviasi ragam genotip dan fenotip yang mengikuti, dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_{\sigma^2 g} = \sqrt{\frac{2}{r^2} \left\{ \frac{KTg^2}{Dbg+2} + \frac{KTe^2}{Dbe+2} \right\}} \text{ dan } \sigma_{\sigma^2 f} = \sqrt{\frac{2}{r^2} \left\{ \frac{KTg^2}{Dbg+2} \right\}}$$

$$2(\sigma_{\sigma^2 g}) = 2 \times \sigma_{\sigma^2 g} \text{ dan } 2(\sigma_{\sigma^2 f}) = 2 \times \sigma_{\sigma^2 f}$$

Keterangan:
 $\sigma_{\sigma^2 g}$ = Standar deviasi ragam genotip
 $\sigma_{\sigma^2 f}$ = Standar deviasi ragam fenotip
 Dbg = Derajat bebas genotip
 Dbe = Derajat bebas galat
 KTg = Kuadrat tengah genotip
 KTe = Kuadrat tengah galat
 r = Ulangan

Kriteria nilai variabilitas genetik dan variabilitas fenotip dapat dikelompokkan menjadi 2 kategori, yaitu luas dan sempit, dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Variabilitas genetik
 $\sigma^2 g \geq 2 (\sigma_{\sigma^2 g})$ = luas
 $\sigma^2 g < 2 (\sigma_{\sigma^2 g})$ = sempit

- b. Variabilitas fenotip
 $\sigma^2 f \geq 2 (\sigma_{\sigma^2 f})$ = luas
 $\sigma^2 f < 2 (\sigma_{\sigma^2 f})$ = sempit

Pengujian keseragaman setiap galur mengikuti Aryana (2010), yaitu apabila suatu karakter pada galur memiliki nilai standar deviasi yang lebih kecil daripada standar deviasi varietas pembandingan, maka galur tersebut dikatakan seragam, sedangkan nilai standar deviasi pada galur yang memiliki nilai lebih besar, maka galur tersebut tergolong tidak seragam.

Bila nilai cek + *Least Significant Increase* (LSI) $\geq$ nilai genotip galur uji, maka menunjukkan galur uji lebih baik dari pembandingan. Bila nilai cek + LSI < nilai genotipe galur uji, maka menunjukkan galur uji tidak lebih baik dari pembandingan. Penentuan galur terbaik dilihat berdasarkan galur yang memiliki hasil produksi tertinggi.

Formula untuk uji lanjut LSI adalah

$$LSI = t_{(0,05;db)} \sqrt{\frac{2 KTe}{r}}$$

Keterangan:

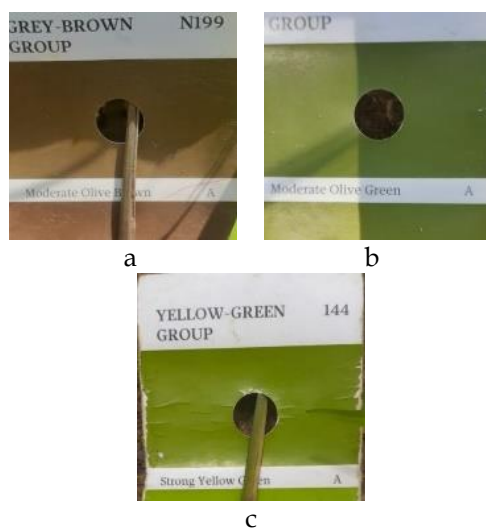
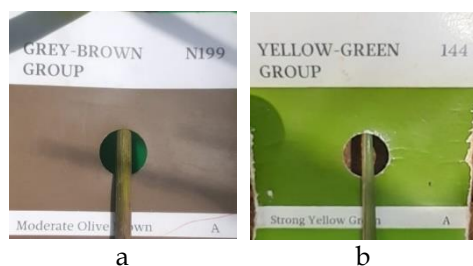
$t_{(0,05;db)}$ = nilai tabel satu arah pada taraf nyata 5%
 KTe = Kuadrat Tengah Galat
 e = Jumlah ulangan

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan warna batang pada tanaman padi gogo yang diteliti memiliki warna yang berbeda. Galur 23A-56-22-20-05, 19I-06-09-23-03, 21B-57-21-21-23, 23F-04-10-18-18, varietas Inpago 8, Inpago 12 dan Rindang memiliki kesamaan warna, yaitu kuning kehijauan. Galur 23A-56-20-07-20 memiliki warna batang yang berbeda yaitu hijau kecoklatan dan varietas Danau Gaung memiliki warna hijau (Gambar 1). Warna kaki pada tanaman padi galur F₇ menunjukkan terdapat beberapa galur memiliki warna yang sama yaitu warna kuning kehijauan (Tabel 1 dan Gambar 2).

Tabel 1. Karakter kualitatif galur F₇ tanaman padi

Galur	Parameter			
	Warna Batang	Warna Kaki	Tekstur Daun	Indeks Kerebahan (%)
19I-06-09-23-03	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	sedang	0
21B-57-21-21-23	Kuning kehijauan	Hijau kecoklatan	kasar	0
23A-56-20-07-20	Hijau kecoklatan	Kuning kehijauan	Licin	0
23A-56-22-20-05	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	sedang	0
23F-04-10-18-18	Hijau	Hijau kecoklatan	Licin	0
Situ Patenggang	Hijau kecoklatan	Hijau kecoklatan	kasar	0
Danau Gaung	Hijau	Kuning kehijauan	kasar	0
Inpago 8	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	sedang	0
Inpago 12	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	kasar	11,59
Rindang	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	kasar	19,12

**Gambar 1. Karakter warna batang pada 5 galur F₇ padi gogo dan 5 varietas pembandingan. Warna batang tanaman terdiri dari : (a) hijau kecoklatan, (b) hijau, (c) kuning kehijauan****Gambar 2. Karakter warna kaki pada 5 galur F₇ padi gogo dan 5 varietas pembandingan. Warna kaki terdiri dari : (a) hijau kecoklatan, (b) hijau kekuningan**

Tekstur permukaan daun pada tanaman padi menunjukkan kesamaan (Tabel 1), yaitu varietas Situ Patenggang, Danu Gaung, Inpago 12, Rindang, dan 21B-57-21-21-23 yang memiliki

tekstur kasar; galur Inpago 8, 23A-56-22-20-05, dan 19I-06-09-23-03 memiliki tekstur sedang; sedangkan galur 23A-56-20-07-20 dan 23F-04-10-18-18 memiliki tekstur licin. Galur padi gogo F₇ memiliki indeks kerebahan yang sama, yaitu 0%, hanya Inpago 12 dan Rindang yang memiliki indeks kerebahan sebesar 11,59% dan 19,12%. Secara keseluruhan, semua galur yang diseleksi dan varietas pembandingan memiliki kemampuan terhadap ketahanan terhadap rebah (<20%) pada musim hujan (Tabel 1).

Nilai variabilitas genotipe dari galur F₇ yang telah diuji menunjukkan semua karakter memiliki variasi genetik yang sempit. Nilai variabilitas fenotipe pada galur F₇ juga menunjukkan variabilitas yang sempit pada semua karakter yang telah dilakukan pengujian (Tabel 2). Variabilitas genotipe dan variabilitas fenotipe yang sempit menunjukkan semua karakter yang diamati memiliki tingkat keseragaman yang tinggi. Galur 19I-06-09-23-03, 21B-57-21-21-23, dan 23F-04-10-18-18 menunjukkan keseragaman pada semua karakter yang diamati. Galur 23A56-20-07-20 memiliki enam karakter yang seragam, yaitu tinggi tanaman, panjang daun bendera, umur berbunga, jumlah biji bernas, bobot 1000 biji dan berat biji perpetak, sedangkan dua karakter yang tidak seragam yaitu jumlah anakan total dan jumlah anakan produktif. Galur 23A-56-22-20-05 memiliki lima karakter yang seragam, yaitu tinggi tanaman, panjang daun bendera, umur berbunga, jumlah biji bernas, dan berat biji per petak, sedangkan tiga karakter yang tidak seragam adalah jumlah anakan total, jumlah anakan produktif, dan bobot 1000 biji (Tabel 3). Kisaran persentase keseragaman seleksi galur yaitu 62,5 – 100 %.

Tabel 2. Nilai variabilitas galur F₇ padi gogo

Karakter Kuantitatif	Genetik			Fenotip			CV (%)
	$\sigma^2 g$	$2(\sigma_{\sigma^2 g})$	Kriteria	$\sigma^2 f$	$2(\sigma_{\sigma^2 f})$	Kriteria	
Tinggi Tanaman	169,94	202,86	Sempit	175,62	202,80	Sempit	5,87
Panjang Daun Bendera	14,22	17,36	Sempit	15,05	17,34	Sempit	9,05
Jumlah anakan total	5,98	12,96	Sempit	10,63	12,26	Sempit	24,58
Jumlah Anakan Produktif	4,71	20,62	Sempit	15,71	18,14	Sempit	1,26
Umur Berbunga	2,37	2,86	Sempit	2,48	2,86	Sempit	6,75
Jumlah Biji Bernas	1166,66	1598,42	Sempit	4897,61	5634,50	Sempit	1,8
Produksi Perpetak	0,75	1,20	Sempit	1,02	1,18	Sempit	24,96
Bobot 1000 Biji	0	5,80	Sempit	0,46	0,52	Sempit	16,08

Keterangan : CV = *Coefficient of Variance* (Wahdah, 2016).

Tabel 3. Keseragaman galur F₇

Galur	TT		PDB		JAT		JAP		UB		JBB		B1000		BBP		% keseragaman
	sd	Ket	sd	Ket	sd	Ket	sd	Ket	sd	Ket	sd	Ket	sd	Ket	sd	Ket	
19I-06-09-23-03	5,98	S	4,44	S	8,50	S	8,50	S	1,61	S	561,98	S	8,26	S	124,11	S	100 %
21B-57-21-21-23	9,40	S	3,54	S	6,81	S	4,50	S	1,57	S	542,41	S	8,66	S	769,25	S	100 %
23A-56-20-07-20	5,51	S	4,04	S	12,30	TS	10,59	TS	1,19	S	418,25	S	8,56	S	1038,61	S	75 %
23A-56-22-20-05	10,63	S	3,54	S	15,08	TS	11,79	TS	1,81	S	447,42	S	10,93	TS	967,00	S	62,5 %
23F-04-10-18-18	5,52	S	3,47	S	10,18	S	8,73	S	1,27	S	512,49	S	10,07	S	1183,22	S	100 %
Varietas Pembanding	19,64		9,91		12,13		10,08		3,38		1142,08		10,46		2537,70		

Keterangan : 1. TT = tinggi tanaman, PDB = panjang daun bendera, JAT = jumlah anakan total, JAP = Jumlah anakan produktif, UB = Umur Berbunga, JBB = Jumlah biji bernas, B1000 = Berat 1000 biji, BBP = Berat biji perpetak

2. Nilai sd < sd tetua = seragam (S), nilai sd > sd tetua = tidak seragam (TS).

3. Varietas pembanding yaitu : Danau Gaung, Inpago 8, Inpago 12, Rindang, Situ Patenggang.

Tabel 4. Hasil uji LSI genotipe padi terhadap varietas pembanding

Genotipe	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Daun Bendera (cm)	Umur Berbunga (hari)	Jumlah Anakan Produktif	Jumlah Biji Bernas	Berat biji perpetak (kg)	Jumlah Gabah bernas/Malai	Bobot 1000 Biji (gram)
19I-06-09-23-03	77,12abcdef	35,02bcf	75,60acde	40,48abcde	1536,56	9,17	64,12	29,53bde
21B-57-21-21-23	90,87abcde	29,05c	73,54acde	32,92abde	1599,03	12,01a	76,95	29,25bde
23A-56-20-07-20	98,30abcde	29,95	71,60abcde	40,62abcde	1580,86	12,51a	63,29	27,89de
23A-56-22-20-05	63,83abcdef	25,19	73,57acde	43,65abcde	1449,53	12,87ad	57,89	28,23de
23F-04-10-18-18	77,96abcdef	29,26c	72,04abcde	39,75abcde	1453,63	12,80a	59,62	28,56de
Danau Gaung + LSI(a)	141,92	42,11	77,51	30,45	2649,63	9,73	135,55	34,34
Inpago 8 + LSI (b)	119,10	32,05	73,25	30,28	2566,39	13,24	131,69	28,99
Inpago 12 + LSI (c)	116,00	28,29	79,91	35,45	1726,63	13,79	87,62	32,38
Rindang + LSI (d)	131,13	38,16	76,25	29,92	1853,49	12,83	96,12	26,85
Situ Patenggang + LSI (e)	123,33	41,83	78,41	24,28	2068,53	17,17	134,25	27,11
$\bar{x}g$ + LSI (f)	82,01	33,28	73,27	49,50	2078,18	14,12	91,95	35,02
LSI	9,99	4,39	1,61	10,31	554,25	2,25	27,58	6,33

Keterangan :

1) $\bar{x}g$ = Rata - rata genotipe galur keturunan

2) Huruf dibelakang angka menunjukkan galur uji lebih baik dari (a) Danau Gaung, (b) Inpago 8, (c) Inpago 12, (d) Rindang, (e) Situ Patenggang, dan (f) rata - rata genotipe galur keturunan.

3) Huruf di dalam kurung merupakan simbol untuk menandakan varietas pembanding.

4) Galur uji lebih baik dari pembanding pada jumlah anakan produktif, jumlah biji bernas, berat biji perpetak, jumlah gabah/malai, dan bobot 1000 biji apabila galur uji > nilai cek + LSI.

Galur 19I-06-09-23-03, 21B-57-21-21-23, 23F-04-10-18-18 menunjukkan bahwa semua karakter yang diamati memiliki keseragaman. Galur 23A56-20-07-20 memiliki enam karakter yang seragam, yaitu tinggi tanaman, panjang daun bendera, umur berbunga, jumlah biji

bernas, bobot 1000 biji, dan berat biji per petak, sedangkan dua karakter yang tidak seragam yaitu jumlah anakan total dan jumlah anakan produktif. Galur 23A-56-22-20-05 memiliki lima karakter yang seragam yaitu tinggi tanaman, panjang daun bendera, umur berbunga, jumlah

biji bernas, dan berat biji per petak, sedangkan tiga karakter yang tidak seragam yaitu jumlah anakan total, jumlah anakan produktif, dan bobot 1000 biji (Tabel 3). Kisaran persentase keseragaman seleksi galur adalah 62,5 – 100 %.

Uji LSI digunakan untuk membandingkan antara galur F₇ dengan varietas pembanding. Hasil pengujian LSI ditunjukkan pada Tabel 4. Apabila terdapat huruf pada galur maka nilai galur lebih baik daripada varietas pembanding. Jumlah anakan produktif pada galur 19I-06-09-23-03, 21B-57-21-21-23, 23A-56-20-07-20, 23A-56-22-20-05, dan 23F-04-10-18-18 lebih baik daripada varietas pembanding Danau Gaung, Inpago 8, Inpago 12, Rindang, dan Situ Patenggang. Jumlah anakan produktif pada galur 21B-57-21-21-23 lebih baik daripada varietas pembanding, kecuali Inpago 12.

Nilai jumlah biji bernas dan jumlah gabah per malai pada galur memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan varietas pembanding. Berat biji per petak pada galur 21B-57-21-21-23, 23A-56-20-07-20, dan 23F-04-10-18-18 memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan varietas pembanding Danau Gaung, sementara galur 23A-56-22-20-05 memiliki nilai yang lebih baik daripada varietas pembanding Danau Gaung dan Rindang. Nilai pada karakter bobot 1000 biji pada semua galur yang diuji memiliki nilai yang lebih baik daripada varietas pembanding Rindang dan Situ Patenggang, hanya pada galur 19I-06-09-23-03 dan 21B-57-21-21-23 yang memiliki nilai lebih baik daripada varietas Inpago 12, Rindang, dan Situ Patenggang (Tabel 4).

Galur F₇ Padi Gogo adalah hasil persilangan diantara aksesori lokal dan varietas nasional. Kegiatan yang dilakukan sebelum pelepasan varietas diantaranya adalah galur terlebih dahulu harus melalui pengujian keseragaman (Wahdah *et al.*, 2016)

Uji keseragaman menurut Khadijah (2016) dilakukan untuk mengamankan suatu varietas sehingga memiliki sifat – sifat yang secara genetik sama, agar tidak menyimpang pada saat tanaman sudah dilepaskan sebagai varietas. Tanaman dikatakan memiliki keseragaman apabila memiliki sifat yang tidak akan berubah meskipun terjadi perubahan lingkungan. Nilai keseragaman diperoleh dengan melakukan pengujian pada karakter kualitatif dan kuantitatif.

Warna batang pada tanaman padi galur F₇ menunjukkan beberapa galur yang memiliki

warna yang sama yaitu kuning kehijauan. Warna kuning kehijauan pada galur 19I-06-09-23-03, 21B-57-21-21-23, dan 23A-56-22-20-05 memiliki persamaan dengan warna pada galur generasi sebelumnya yaitu padi galur F₆ (Mustikarini *et al.*, 2021). Warna yang sama ada pada galur 19I-06-09-23-03, 21B-57-21-21-23, dan 23A-56-22-20-05 yang menunjukkan bahwa telah terjadi kestabilan genetik pada karakter warna batang tersebut. Aryana (2010) menyatakan, tanaman yang menunjukkan hasil yang relatif sama pada waktu berbeda dan tempat yang spesifik termasuk pada tanaman yang telah stabil.

Warna kuning kehijauan galur 19I-06-09-23-03, 23A-56-20-07-20, dan 23A-56-22-20-05 pada galur F₇ juga memiliki persamaan dengan warna galur pada generasi sebelumnya, yaitu padi galur F₆ (Mustikarini *et al.*, 2021). Tekstur permukaan daun pada galur F₇ memiliki kesamaan pada galur F₆, namun juga memiliki perbedaan pada beberapa galur. Galur yang memiliki kesamaan pada tekstur permukaan daun adalah galur 21B-56-21-21-23 dengan tekstur permukaan daun kasar. Galur 21B-56-21-21-23 juga memiliki kesamaan pada tekstur permukaan daun dengan tetua persilangan. Khadijah (2016) menyatakan bahwa homogenisitas pada pengamatan yang dilakukan menunjukan populasi tersebut telah seragam.

Indeks kerebahan pada tanaman yang telah dihitung menjadi tolak ukur dalam menentukan tanaman padi tergolong tanaman yang tahan rebah atau tidak tahan rebah. Pasaribu *et al.* (2013) menyatakan bahwa nilai indeks kerebahan menunjukkan tanaman padi memiliki ketahanan terhadap rebah yang baik apabila tanaman yang rebah kurang dari 20%. Nilai indeks kerebahan berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan menunjukkan seluruh galur F₇ dan varietas pembanding memiliki ketahanan terhadap rebah dengan tingkat kerebahan 0 – 19,12%.

Tanaman padi memiliki variabilitas yang sempit secara genetik maupun fenotipik. Variabilitas sempit pada variabilitas genotipe dan variabilitas fenotipik menunjukan semua karakter yang diuji termasuk memiliki keseragaman yang tinggi. Fathoni (2018) menyatakan bahwa pengujian keseragaman tanaman ditentukan oleh besar kecilnya variasi pada populasi. Tanaman bisa dikatakan seragam apabila memiliki keragaman yang sempit. Keseragaman pada suatu populasi menunjukan

hasil yang homogen atau relatif sama antar tanaman. Sasmita (2009) menyatakan bahwa sifat yang muncul pada galur yang telah homozigot dan memiliki variabilitas yang sempit akan memberikan peluang yang besar mendapatkan galur seragam dengan sifat yang diinginkan.

Galur tanaman padi F₇ yang diamati tergolong memiliki keseragaman yang tinggi. Hal ini terlihat dari mayoritas karakter pada setiap galur yang diamati seragam dengan persentase 62 – 100%. Seleksi 3 galur yaitu 19I-06-09-23-03, 21B-57-21-21-23, dan 23F-04-10-18-18 telah memenuhi kriteria UPOV (2010) untuk pelepasan varietas, yaitu keseragaman. Joshi *et al.* (2011) menyatakan apabila mayoritas pada karakter yang diamati pada suatu galur seragam maka galur tersebut tergolong seragam. UPOV (2002) menyatakan bahwa galur yang telah menunjukkan keseragaman dapat dikatakan galur tersebut telah menunjukkan kestabilan.

Karakter-karakter pada galur F₇ tanaman padi yang diamati memiliki keseragaman pada setiap karakter tersebut. Keseragaman yang muncul menunjukkan bahwa galur mulai menunjukkan adanya kestabilan pada galur F₇. Hidayati *et al.* (2018) menyatakan bahwa pada sifat kualitatif dan kuantitatif generasi F₇ secara umum sudah seragam, sehingga perlu dilakukan evaluasi untuk mendapatkan sifat yang stabil. Wahdah (2016) menyatakan bahwa karakter tanaman yang telah memiliki keseragaman dapat dilanjutkan untuk pengujian multilokasi.

Perakitan varietas unggul merupakan upaya yang dilakukan untuk mendapatkan tanaman dengan hasil produksi yang tinggi (Riyanto *et al.*, 2018). Galur 23A-22-20-05 merupakan galur yang memiliki kemampuan daya hasil tertinggi yaitu 12,87 kg/petak atau setara 6,43 ton/ha dengan rata – rata jumlah anakan produktif tertinggi 43,65, selanjutnya galur 23F-04-10-18-18 yang memiliki daya hasil 12,80 kg/petak dengan rata – rata jumlah anakan produktif 39,75. Rahmah dan Aswidinnoor (2013) menyatakan bahwa banyaknya jumlah anakan produktif yang muncul dapat mempengaruhi banyaknya jumlah malai dan meningkatkan hasil gabah tanaman padi.

Hasil yang tinggi pada galur F₇ juga dapat disebabkan ukuran tanaman padi yang tergolong pendek atau rendah. Mactal and Canare (2015) menyatakan bahwa ukuran

tanaman yang pendek memiliki kemampuan tahan rebah lebih baik sehingga dapat meningkatkan produksi tanaman padi. Huang *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa tanaman padi yang berukuran pendek akan mengalokasikan hasil fotosintesis menuju pengisian biji sehingga dapat meningkatkan hasil produksi.

Kesimpulan

1. Famili galur F₇ tanaman padi gogo telah menunjukan tingkat keseragaman tinggi pada karakter tinggi tanaman, panjang daun bendera, jumlah anakan total, jumlah anakan produktif, umur berbunga, jumlah biji bernas, berat 1000 biji, dan berat biji per petak yang ditunjukkan dengan persentase keseragaman antara 62,5% sampai 100 %. Tiga galur yang telah memenuhi syarat keseragaman 100% adalah galur 19I-06-09-23-03, 21B-57-21-21-23, dan 23F-04-10-18-18.
2. Galur harapan F₇ yang memiliki indeks kerebahan 0 dan daya hasil tertinggi adalah galur 23A-56-22-20-05 sebanyak 12,87 kg/petak (6,43 ton/ha) dan 23F-04-10-18-18 sebanyak 12,80 kg/petak (6,40 ton/ha).

Daftar Pustaka

- Aryana, I.G.P.M. 2010. Uji keseragaman, heritabilitas, dan kemajuan genetik galur padi beras merah hasil seleksi silang balik di lingkungan gogo. *Agroteknologi*, 3 (1) : 12 -19.
- Chauhan, B.S., K. Jabran, and G. Mahajan. 2017. Rice Production Worldwide. *Rice Production Worldwide*, no. February 2018: 1-563. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-47516-5>.
- Hanifah, N.F., S. Amien, dan D. Ruswandi. 2018. Variabilitas fenotipik komponen hasil galur jagung manis Padjadjaran DR generasi S3 di Arjasari. *Agrotek Indonesia*, 3 (103): 5.
- Hidayati, V.A., U.M. Yakop, dan L. Ujianto. 2018. Evaluasi beberapa sifat kualitatif dan kuantitatif kacang sayur pada generasi ke-7 hasil persilangan kacang tunggak dan kacang panjang. *Crop Agro* 2.
- Huang, J., J. Li, J. Zhou, L. Wang, S. Yang, L. D. Hurst, W.H. Li, and D. Tian. 2018. Identifying a large number of high-yield genes in rice by pedigree analysis, whole-

- genome sequencing, and crispr-cas9 gene knockout. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115, (32): 7559–7567. <https://doi.org/10.1073/pnas.1806110115>.
- IRRI. 2011. Rice Standard Evaluation System and Physiology. <http://www.knowledgebang.irri.org>.
- Joshi, A., R.C. Agrawal, H.S. Chawla. 2011. Assessment of distinctness, uniformity, and stability of indigenous aromatic rice varieties based on morphological descriptors Indian. *Journal Agricultural Sciences*, 81 (7): 595–601.
- Khadijah, N. 2016. Evaluasi keseragaman dan kestabilan lima varietas kacang panjang dalam uji Buss. *Buletin Plasma Nutfah*, 18 (1): 18. <https://doi.org/10.21082/blpn.v18n1.2012.p18-25>.
- Mactal, A.G. and J.G. Canare. 2015. Lodging resistance and agro-morphological characteristics of elon-elon and palawan red sprayer with paclobutrazol. *Journal Of Agricultural Technology*, 11 (7): 1649–67. https://www.mendeley.com/catalogue/127e6e02-1367-31c2-a08f-006f6d6efdd1/?utm_source=desktop.
- Fathoni, M.M. dan A.N. Sugiharto. 2018. Evaluasi keunikan dan keseragaman 10 galur inbrida jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6 (10): 2680–2686.
- Mustikarini, E.D., G.I. Prayoga, and G.E. Kartika. 2017. Early population development of red rice for lodging resistance. *Proceedings of PERIPI 2017 International Seminar*, 101–112.
- Mustikarini, E.D., G.I. Prayoga, R. Santi, Z. Nurqirani, and H. Saragi. 2019. Genetic parameter contributing to lodging resistance of F2 population in red rice. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 334 (1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/334/1/012066>.
- Mustikarini, E.D., G.I. Prayoga, dan B. Aprilian. 2020. Seleksi galur generasi f4 padi beras merah tahan rebah. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*, 4 (1): 1–9.
- Mustikarini, E.D., G.I. Prayoga, R. Santi, and Hairul. 2021. Genetic parameters of f6 upland rice with lodging resistance derived from landracer x national varieties. *Earth and Environmental Science*, 741: 1–7.
- Nugroho, S., I.H.S. Loedin, and B.F. Ouwerkerk. 2007. Identification and activity of the retrotransposon Tos17In Indonesian javanica rice cv. Rojolele and japonica rice cv. Gajah Mungkur. *Annales Bogorienses*, 11 (1): 23–29.
- Nuraida, D. 2011. Pemuliaan tanaman cepat dan tepat melalui pendekatan marka molekuler. *El-Hayah*, 2 (2): 97–103. <https://doi.org/10.18860/elha.v2i2.2210>.
- Pasaribu, A., E.H. Kardhinata, dan M.K. Bangun. 2013. Uji beberapa varietas padi sawah irigasi (*Oryza sativa* L.) dan aplikasi pupuk kalium (KCl) untuk meningkatkan produksi dan ketahanan rebah. *Agroteknologi*, 1(2): 45–57.
- Rahmah, R. dan H. Aswidinnoor. 2013. Uji daya hasil lanjutan 30 galur padi tipe baru generasi F6 hasil dari 7 kombinasi persilangan. *Buletin Agrohorti*, 1 (4): 1–8.
- Riyanto, A., T. Widiatmoko, D. Susanti, and T.A.D. Haryanto. 2018. penampilan famili F1 tanaman padi sawah (*Oryza Sativa* L.) guna perakitan varietas unggul padi dengan indeks glikemik rendah. *Semnas Univ. Muhammadiyah Purwokerto*.
- Sasmita, P. 2009. evaluation of uniformity, variability and stability of agronomic traits of doubled haploid rice lines resulting from another culture. *Nusantara Bioscience*, 2(2): 67–72.
- Suranto, A., T. Syahidah, and E. Mahadjoeno. 2018. Variation of morphology, anatomy and nutrition contents of local cultivar mentik rice based on the altitudes at Ngawi District, East Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(2): 572–79. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190237>.
- Susanto, N., Respartijarti, dan A.N. Sugiharto. 2016. Uji keunikan dan keseragaman beberapa galur inbrida jagung manis (*Zea Mays* L. *Saccharata* Sturt). *Plantropica*, 1(2): 49–54.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yunnianti. 2012. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- UPOV. 2002. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. *Variety*, 21: 1–26.
- UPOV. 2010. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. Vol. 97. UPOV.
- Wahdah, R., G. Rumayadi, dan R. Zulhidiani. 2016. Keseragaman dalam galur dan keragaman antar galur mutan padi hasil iridasi varietas lokal Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 12(2): 113 – 122.
- Yesi. 2010. Uji daya hasil pendahuluan galur harapan padi beras merah tahan rebah. *Skripsi. Universitas Bangka Belitung*.

Pernando, R.D. · D. Susilastuti · F.D. Rahmayanti · F.I. Lubis

Pengaruh cuaca, musuh alami, dan persentase kerusakan buah terhadap populasi serangga penyerbuk kelapa sawit di tanah sulfat masam

Sari. Produktivitas kelapa sawit tidak terlepas dari peran serangga penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus* Faust. Berbagai kondisi lingkungan yang kurang mendukung dan musuh alami dapat menurunkan populasinya. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari pengaruh cuaca, musuh alami dan persentase kerusakan buah terhadap populasi serangga penyerbuk *E. kamerunicus* di tanah sulfat masam. Penelitian dilakukan menggunakan metode observasi di lapang produksi di Selangkun Estate, Rungun Estate, PT. Sawit Sumbermas Sarana Tbk. dan Kanamit Estate, PT. Menteng Kencana Mas, Kalimantan Tengah, Indonesia pada tanaman berumur 6 dan 9 tahun sebanyak 4.144 tanaman atau seluas 30 ha.. Analisis data pada penelitian ini menggunakan ANOVA dan Uji lanjut Tukey untuk melihat preferensi *E. kamerunicus* pada bunga betina di tanah sulfat masam, dan korelasi Pearson untuk melihat pengaruh musuh alami dan kerusakan buah terhadap populasi *E. kamerunicus*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kunjungan *E. kamerunicus* tertinggi pada tanah sulfat masam terjadi pada pukul 11.00 WIB sebanyak 116,33 kumbang yang berbeda nyata dibandingkan pada waktu pengamatan lainnya. Kunjungan *E. kamerunicus* ke bunga betina mekar banyak terjadi pada kisaran suhu 31 – 32 °C dengan kelembapan relatif antara 68 – 75%. Laba-laba (*Gasterachanta diardi* dan *Argiope* sp.) merupakan salah satu musuh alami kumbang *E. kamerunicus*. Jumlah jaring laba-laba yang terdapat pada satu tanaman menunjukkan korelasi positif secara nyata terhadap jumlah *E. kamerunicus* yang terperangkap dengan nilai *Pearson Correlation* sebesar 80,4% dan *R Square* sebesar 64,69%. Tanaman yang memiliki bunga jantan terserang tikus dapat menurunkan populasi *E. kamerunicus* meskipun tidak berbeda nyata. Persentase kerusakan buah tidak berkorelasi nyata dengan populasi *E. kamerunicus* per ha pada 0, 1, 2, dan 3 bulan setelah pengamatan.

Kata kunci : *Elaeidobius kamerunicus* · Kelapa sawit · Musuh alami

The effect of climate, natural enemies and percentage of fruit damage on population of oil palm pollinator insect in acid sulfate soil

Abstract. Oil palm productivity is inseparable from the role of pollinator insect namely *Elaeidobius kamerunicus* Faust. Various unfavorable environmental conditions and natural enemies can reduce the population of such insect. The purpose of this study was to find the effect of climate, natural enemies and fruit damage percentage on the insect population of *E. kamerunicus* in acid sulfate soil. The research was conducted using the observation method in the production field at Selangkun Estate, Rungun Estate, PT. Sawit Sumbermas Sarana Tbk. and Kanamit Estate, PT. Menteng Kencana Mas, Central Kalimantan, Indonesia on 4,144 plants aged 6 and 9 years on the area of 30 ha. The data analysis in this study used ANOVA and Tukey's further test to see the preference of *E. kamerunicus* on female flowers in acid sulfate soils, and Pearson correlation to see the effect of natural enemies and fruit damage on the population of *E. kamerunicus*. The results showed that the highest visitation of *E. kamerunicus* on acid sulfate soils occurred at 11.00 WIB as many as 116.33 beetles which were significantly different from other observations. The visits of *E. kamerunicus* to blooming female flowers occurred in the temperature range of 31 – 32 °C with relative humidity between 68 – 75%. The spider (*Gasterachanta diardi* and *Argiope* sp.) is one of the natural enemies of the *E. kamerunicus* beetle. The number of spider webs found in oil palm tree shows a significantly positive correlation to the number of trapped *E. kamerunicus* with a *Pearson Correlation* value of 80.4% and *R Square* of 64.69%. Plants with male flowers attacked by rats experienced the reduction of the population of *E. kamerunicus*, although it was not significantly different. The percentage of fruit damage was not significantly correlated with the population of *E. kamerunicus* per ha at 0, 1, 2, and 3 months after observation.

Keywords : *Elaeidobius kamerunicus* · Palm oil · Natural enemies

Diterima : 30 Oktober 2021, Disetujui : 28 Maret 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022

DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.36293](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.36293)

Pernando, R.D.¹ · D. Susilastuti² · F.D. Rahmayanti² · F.I. Lubis¹

¹ Sulung Research Station, PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk, Jl. H. Udan Said No.47, Kabupaten Kotawaringin Barat, Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah 74113

² Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Universitas Borobudur, Jl. Slamet Riyadi, Kb. Manggis, Kec. Matraman, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13150

Korespondensi: Riodwipernando@gmail.com

Pendahuluan

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas andalan bagi pendapatan nasional dan devisa negara Indonesia. Menurut Ditjenbun (2019), nilai ekspor komoditas tersebut pada 2017 mencapai US\$ 31,8 milyar atau setara dengan Rp. 432,4 triliun (asumsi 1 US \$=Rp.13.500). Sekitar 70% produksi sawit Indonesia digunakan untuk kebutuhan ekspor minyak sawit dan turunannya. Adapun negara tujuan ekspor terbesar untuk CPO dan produk turunannya adalah India, Tiongkok, Pakistan, dan Belanda (Azahari *et al.*, 2020). Saat ini perkebunan kelapa sawit di Indonesia menunjukkan tren peningkatan luas areal dan produksi selama dua dekade terakhir. luas areal perkebunan kelapa sawit pada 2019 telah mencapai 14,67 juta ha dengan produksi 42,87 juta ton tandan buah segar (TBS) (Ditjenbun, 2019).

Tren peningkatan produktivitas kelapa sawit di Indonesia dipengaruhi secara tidak langsung dengan adanya *Elaeidobius kamerunicus* yang melakukan penyerbukan ke bunga betina reseptif yang berdampak terhadap peningkatan nilai *fruit set* pada tandan buah segar kelapa sawit. Kondisi lingkungan abiotik yang kondusif dapat mempengaruhi hidup dan meningkatkan populasi *E. kamerunicus* sehingga efektif melakukan penyerbukan ke bunga betina reseptif (Fitraini *et al.*, 2018; Girsang *et al.*, 2017). Pada jenis tanah berliat, populasi *E. kamerunicus* memiliki pengaruh positif, terhadap nilai *fruit set* (Lubis, 2017). Prasetyo dan Susanto (2012) menyatakan bahwa *fruit set* merupakan perbandingan atau rasio antara buah jadi (berkembang karena terjadi penyerbukan) dengan total buah (buah yang jadi ditambah dengan buah partenokarpi) dalam satu tandan buah kelapa sawit. Rendahnya populasi serangga penyerbuk kelapa sawit dan kepadatan bunga jantan per ha dapat mengakibatkan penurunan *fruit set* dan berat tandan kelapa sawit, juga diduga sebaliknya. Mayfield (1999) menyatakan bahwa peran *E. kamerunicus* yang menurun akibat kondisi lingkungan yang tidak mendukung berdampak terhadap rendahnya nilai *fruit set* dan berat tandan.

Keberadaan makhluk hidup lain juga dapat menurunkan populasi *E. kamerunicus*. Tikus dan laba-laba merupakan organisme yang telah

dilaporkan memakan *E. kamerunicus* (Kahono *et al.*, 2012). Tikus merupakan salah satu hama yang menyerang mulai fase pembibitan, penanaman baru, hingga panen. Adanya serangan tikus menimbulkan tiga dampak negatif pada tanaman kelapa sawit, yaitu kerusakan tanaman, buah, dan bunga jantan.

Kumbang *E. kamerunicus* meletakkan telur pada bunga jantan kelapa sawit yang akan melewati masa *anthesis*, selanjutnya perkembangan fase larva dan pupa juga berlangsung di bunga jantan. Purba *et al.* (2010a) juga melaporkan bahwa laba-laba merupakan salah satu predator kumbang *E. kamerunicus*. Sebagian dari kumbang *E. kamerunicus* yang terbang di sekitar bunga jantan dan bunga betina reseptif terperangkap pada jaring dan segera dimangsa oleh laba-laba. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian pengaruh tikus (*Rattus tiomanicus*), laba-laba (*Gasterachanta diardi* dan *Argiope* sp.) sebagai musuh alami terhadap serangga penyerbuk kelapa sawit *E. kamerunicus*.

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui 1) bagaimana pengaruh suhu dan kelembapan terhadap banyaknya kunjungan (preferensi) pada bunga betina mekar pada setiap waktu pengamatan, 2) bagaimana pengaruh musuh alami *Rattus tiomanicus* (tikus), dan *Gasterachanta diardi* dan/atau *Argiope* sp (laba-laba) terhadap populasi *E. kamerunicus*, dan 3) bagaimana pengaruh persentase kerusakan buah terhadap populasi serangga penyerbuk kelapa sawit *E. kamerunicus*.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di perkebunan kelapa sawit yang berlokasi di Selangkun Estate, Rungun Estate, PT. Sawit Sumbermas Sarana Tbk. dan Kanamit Estate, PT. Menteng Kencana Mas, Kalimantan Tengah, Indonesia. Penelitian menggunakan cara observasi di lapangan produksi pada tanaman berumur 6 dan 9 tahun sebanyak 4.144 tanaman atau seluas 30 ha. Lokasi pengamatan *Rattus tiomanicus* sebagai musuh alami serta perhitungan populasi dan preferensi *E. kamerunicus* dilakukan di Blok I10 Afdeling OC, Kanamit Estate, PT Menteng Kencana Mas, pada tanaman berumur sebelas tahun, dengan jenis tanah sulfat masam yang memiliki kedalaman pirit > 100 cm dari permukaan tanah (SRS, 2016). Pengamatan dilaksanakan pada Januari 2020-Agustus 2021.

Pengamatan *Rattus tiomanicus* dilakukan dengan cara melakukan sensus tanaman yang memiliki bunga jantan *post anthesis* yang terserang keratan tikus seluas 5 ha. Selain itu, pengamatan populasi *E. kamerunicus* dan serangan tikus untuk melihat hubungan persentase serangan tikus terhadap populasi *E. kamerunicus* yang terjadi pada buah dilakukan seluas 30 ha dengan interval pengamatan setiap sebulan sekali.

Lokasi pengamatan jaring laba-laba sebagai perangkap *E. kamerunicus* dilakukan pada 5 blok pengamatan yang tersebar di Blok 8 dan 15 Afdeling OK (berjenis tanah *Typic haplosaprists*), Blok 15 Afdeling OJ (berjenis tanah *Typic Dystrudepts*) Selangkun Estate; serta Blok 3, 5, dan 7 Afdeling OG (berjenis tanah *Typic haplosaprists*) Rungun Estate, PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk. Pengamatan dilakukan pada Januari – Maret 2015 dengan menghitung jumlah sarang dan populasi *E. kamerunicus* yang terperangkap pada tanaman pengamatan sebanyak 4.144 tanaman.

Teknik analisis data dengan ANOVA dan Uji lanjut Tukey pada penelitian ke-1, korelasi Pearson pada penelitian ke-2, dan regresi pada penelitian ke-3. Paramater yang diamati pada penelitian ke-1 adalah populasi *E. kamerunicus* yang terperangkap pada *yellow sticky trap*, suhu dan kelembapan udara pada 11 waktu pengamatan, mulai pukul 07.00 sampai dengan 17.00 WIB, dengan interval pengamatan setiap satu jam. Pada penelitian ke-2, pengamatan dilakukan pada banyaknya jumlah bunga jantan yang terserang tikus (ditandai adanya keratan tikus pada bunga jantan) yang dihubungkan dengan populasi *E. kamerunicus* dan banyaknya *E. kamerunicus* yang terperangkap pada jaring laba-laba. Pada penelitian ke-3, pengamatan dilakukan pada banyaknya populasi *E. kamerunicus* pada tanaman yang mengalami kerusakan buah. Selain itu, studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan data dan informasi yang menunjang penelitian berdasarkan hasil pengamatan dan hasil perhitungan objek penelitian.

Pengamatan populasi *E. kamerunicus* dilakukan dengan menghitung total spikelet dalam setiap tandan bunga jantan yang diamati sehingga diketahui jumlah kumbang dalam setiap tandan. Populasi *E. kamerunicus* per hektar dihitung dengan rumus $A \times B \times C$ (Susanto *et al.*, 2007), dimana:

- A = Rata-rata jumlah kumbang per spikelet
- B = Rata-rata jumlah spikelet per tandan bunga jantan *anthesis*
- C = Rata-rata kerapatan bunga jantan *anthesis* per ha.

Populasi *E. kamerunicus* yang mengunjungi bunga betina reseptif yang terperangkap di *yellow sticky trap* dilakukan sebanyak 6 ulangan pengamatan di Blok I10, Afdeling OC, Kanamit Estate. Pengamatan suhu dan kelembapan udara dilakukan menggunakan *themohyrometer* yang diletakkan berdekatan dengan bunga betina yang mengalami fase reseptif.

Hasil dan Pembahasan

Ketertarikan *E. kamerunicus* terhadap Bunga Betina Mekar. Kumbang *E. kamerunicus* yang mengunjungi bunga betina mekar pada jenis tanah sulfat masam memiliki jumlah kumbang yang variatif pada pukul 07.00 sampai 17.00. Uji Anova menunjukkan bahwa kunjungan *E. kamerunicus* tertinggi terjadi pada pukul 11.00 sebanyak 116,33 kumbang yang berbeda nyata dibandingkan kunjungan kumbang yang terjadi pada pukul 07.00 – 09.00 (5,56 kumbang yang mengunjungi) dan 14.00 – 17.00 (4,58 kumbang yang mengunjungi) (Tabel 1). Menurut Lubis (2017), kunjungan *E. kamerunicus* ke bunga betina reseptif tertinggi terjadi pukul 11.00 pada jenis tanah liat, pasir, dan gambut berturut-turut sebanyak 131, 31 dan 40 kumbang.

Populasi kumbang yang tinggi ditemukan pada kisaran suhu 31 – 32 °C dengan kelembapan relatif antara 68 – 75%. Lubis (2017) menyatakan bahwa *E. kamerunicus* termasuk serangga poikilotherm yang aktif dalam melakukan aktifitas mencari pakan pada suhu lingkungan berikisar 31– 32 °C. Emisi senyawa volatil pada bunga betina reseptif dilepaskan antara pukul 10.00 – 14.00 yang mengundang tingginya nilai ketertarikan *E. kamerunicus* dalam melakukan kunjungan (Sambathkumar and Ranjith, 2011). Berdasarkan pembacaan kromatogram di dalam penelitian Lubis (2017) dinyatakan bahwa ditemukan adanya senyawa volatil bunga kelapa sawit mekar dari tanah berliat berupa Benzene, 1-methoxy-4 (2-Propenyl), atau Estragol yang disintesis oleh tanaman kelapa sawit.

Tabel 1. Ketertarikan *E. kamerunicus* terhadap bunga betina mekar

Waktu Pengamatan	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	<i>Elaeidobius kamerunicus</i>
07.00	26,30	92,40	0,00a
08.00	28,92	79,50	5,67a
09.00	29,83	77,00	11,00a
10.00	30,25	74,83	64,17b
11.00	31,18	70,83	116,33b
12.00	31,57	68,17	44,50b
13.00	31,17	70,33	35,33b
14.00	30,08	76,67	11,83a
15.00	28,85	78,33	3,17a
16.00	27,82	81,67	1,83a
17.00	26,88	85,17	1,50a

Notifikasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey dengan taraf nyata 0,05.

Berdasarkan hasil uji korelasi (Tabel 2), kunjungan *E. kamerunicus* ke bunga betina reseptif menunjukkan nilai $P < 0,05$ (berbeda nyata) pada variabel suhu (berkorelasi positif) dan kelembapan udara (berkorelasi negatif). Lubis (2017) menyatakan bahwa kunjungan *E. kamerunicus* ke bunga betina mekar meningkat seiring dengan kenaikan suhu dan penurunan kelembapan.

Tabel 2. Korelasi kumbang terperangkap terhadap suhu dan kelembapan udara

Variabel	Suhu		Kelembapan udara	
	Koefisien korelasi	P	Koefisien korelasi	P
<i>E. kamerunicus</i> terperangkap pada Yellow Sticky Trap	0,614	0,044*	-0,613	0,045*

* = signifikansi korelasi pada taraf nyata 0,05

Musuh Alami *Elaeidobius kamerunicus*

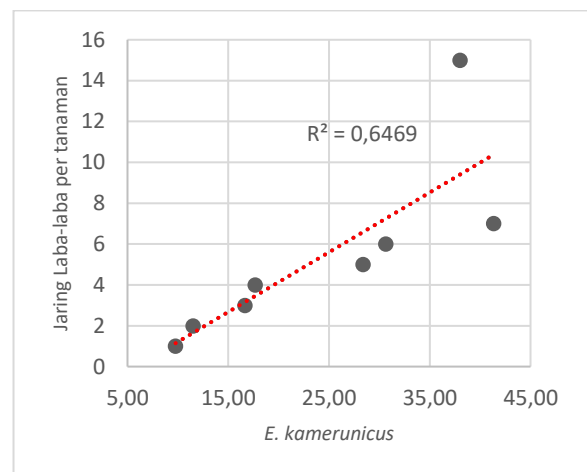
Laba-laba. Laba-laba merupakan salah satu predator kumbang *E. kamerunicus* yang memiliki sarang dalam bentuk jaring yang dapat menjadi perangkap kumbang *E. kamerunicus*. Semakin banyak jumlah jaring laba-laba yang terdapat pada satu tanaman menunjukkan korelasi positif dan berbeda nyata terhadap jumlah *E. kamerunicus* yang terperangkap dengan nilai Pearson Correlation sebesar 80,4% dan R Square sebesar 64,69% (Tabel 3 dan Gambar 1). Sebagian besar kumbang yang terbang di sekitar

bunga jantan dan betina mekar akan terperangkap pada jaring laba-laba. Purba *et al.* (2010b) menyatakan bahwa jaring laba-laba yang halus dan banyak di sekitar bunga dan buah merupakan perangkap kumbang yang efektif dan efisien.

Tabel 3. Korelasi jumlah jaring laba-laba terhadap *E. kamerunicus* yang terperangkap

Variabel	Jumlah jaring laba - laba Per tanaman	
	Koefisien Korelasi	P
<i>E. kamerunicus</i> terperangkap pada Jaring laba-laba	0,804*	0,016

Keterangan : * signifikansi korelasi pada taraf nyata 0.05.

**Gambar 1. Grafik korelasi jumlah jaring laba-laba terhadap *E. Kamerunicus* yang terperangkap**

Menurut Lubis (2017) bahwa sebagian dari kumbang *E. kamerunicus* yang terbang di sekitar bunga jantan dan bunga betina reseptif terperangkap pada jaring dan segera dimangsa oleh laba-laba. Selain dimangsa oleh laba-laba, kumbang *E. kamerunicus* yang terperangkap pada jaring akan mati akibat lilitan jaring-jaring tersebut. Lubis (2017) juga menyatakan bahwa perihal identifikasi Indonesian Institute Of Sciences pada 2017 yang menyatakan bahwa laba-laba yang menjadi potensi predator kumbang *E. kamerunicus* di perkebunan kelapa sawit adalah *Gasterachanta diardi* dan *Argiope* sp.

***Rattus tiomanicus*.** *Rattus tiomanicus* merupakan binatang omnivora yang juga mengkonsumsi serangga. Hasil analisis regresi linear sederhana menunjukkan tanaman yang

memiliki bunga jantan terserang tikus berkorelasi negatif terhadap populasi *E. kamerunicus* meskipun tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$). Semakin berat kerusakan dan banyaknya jumlah bunga jantan yang terserang tikus maka semakin banyak larva dan pupa *E. kamerunicus* yang telah dimakan tikus (Tabel 4).

Tabel 4. Regresi tanaman yang memiliki Bunga jantan yang terserang tikus terhadap populasi *Elaeidobius kamerunicus* per ha

Variabel Bebas	Koefisien Regresi	Standard Error	t	Nilai P
Konstanta	235,173*	39,519	5,951	0,009
Bunga jantan yang terserang tikus	-0,015	0,008	-1,843	0,162

Keterangan: *signifikansi korelasi dengan taraf nyata 0,05.

Tikus akan mencari telur, larva, dan pupa kumbang *E. kamerunicus* dengan cara mencakar dan mengerat spikelet bunga jantan setelah *anthesis*. Larva dan pupa *E. kamerunicus* sebagai sumber protein disukai tikus untuk pertumbuhan dan masa hidup yang lebih lama (Hutahuruk *et al.*, 1985, dalam Budihardjo *et al.*, 2019). Hasil penelitian Lubis (2017) menyatakan bahwa jumlah larva *E. kamerunicus* per spikelet dan persentase spikelet yang dirusak oleh tikus menunjukkan bahwa populasi larva *E. kamerunicus* menurun seiring dengan tingkat kerusakan spikelet pada bunga jantan dengan penurunan mencapai 60% dan kerusakan bunga jantan mencapai 75%. Purba *et al.* (2010b) menyatakan bahwa tikus mampu memangsa larva dan pupa *E. kamerunicus* sebanyak 253 – 1.898 ekor/tandan.

Hampir seluruh siklus hidup kumbang *E. kamerunicus* dominan berkembang di bunga jantan kelapa sawit. Prasetyo and Susanto (2016) menyatakan bahwa semakin banyak *E. kamerunicus* yang mengunjungi bunga jantan untuk mencari makan dan kawin, maka akan semakin banyak telur yang diletakkan pada bunga tersebut. Semakin tinggi populasi tikus dapat menyebabkan semakin tinggi kerusakan buah yang terjadi, seperti merusak titik tumbuh, bunga, dan buah mentah maupun buah matang (Rinaldi *et al.*, 2021). Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang nyata antara persentase kerusakan buah terhadap populasi *E. kamerunicus* per ha pada 0, 1, 2, dan 3 bulan setelahnya (Tabel 5). Kerusakan

buah yang terserang tikus tidak dapat menggambarkan pengaruh terhadap nilai populasi *E. kamerunicus*. Hal ini disebabkan kerusakan buah yang terjadi akibat keratan tikus tidak berdampak langsung terhadap penurunan populasi *E. kamerunicus*. Selain itu, populasi *E. kamerunicus* sangat tergantung terhadap ketersediaan bunga jantan di lapangan. Lubis (2017) menyatakan bahwa jumlah bunga jantan *anthesis* merupakan salah satu penentu populasi *E. kamerunicus* karena bunga jantan merupakan sumber makanan bagi kumbang *E. kamerunicus* sehingga ketersediaannya menjadi faktor penting yang mempengaruhi perkembangan populasinya.

Tabel 5. Korelasi kerusakan buah terhadap populasi *Elaeidobius kamerunicus* per ha pada bulan setelah sensus kerusakan buah

Variabel	Keterangan	Populasi <i>Elaeidobius kamerunicus</i> per ha pada Bulan Setelah Sensus Kerusakan Buah			
		B+0	B+1	B+2	B+3
Persentase Kerusakan Buah	Koefisien Korelasi	-0,030	0,161	-0,175	0,531
	P	0,934	0,656	0,629	0,114

Keterangan: * signifikansi korelasi dengan taraf nyata 0,05; B+ adalah bulan setelah pengamatan ke-n

Kesimpulan

Kunjungan *E. kamerunicus* tertinggi sebanyak 116,33 kumbang yang terjadi pada pukul 11.00 berbeda nyata dibandingkan kunjungan kumbang pada pukul 07.00 – 09.00 dan 14.00 – 17.00, dimana kunjungan tertinggi *E. kamerunicus* ke bunga betina reseptif terdapat pada kisaran suhu 31 – 32 °C dengan kelembapan relatif antara 68 – 75%. Semakin banyak jumlah jaring laba-laba yang terdapat pada satu tanaman menunjukkan korelasi positif dan berbeda nyata terhadap jumlah *E. kamerunicus* yang terperangkap. Semakin banyak tanaman yang memiliki bunga jantan terserang tikus maka kecenderungan akan menurunkan nilai populasi *E. kamerunicus* meskipun tidak berpengaruh nyata. Tidak terdapat hubungan nyata antara persentase kerusakan dengan populasi *E. kamerunicus* per ha pada 0, 1, 2, dan 3 bulan setelah sensus pengamatan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyadari bahwa selama pelaksanaan dan penyusunan penelitian ini banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Valauthan Subraminam selaku Direktur Utama dan Nasarudin Bin Nasir selaku Direktur Perkebunan PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk. atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk dapat menjalankan penelitian di PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk. dan PT Menteng Kencana Mas.
2. Sulung Research Station, PT. Sawit Sumbermas Sarana Tbk. yang selalu membantu penulis dalam pelaksanaan selama penelitian.
3. Fakultas Pertanian Universitas Borobudur yang mendukung dalam publikasi hasil penelitian.
4. Semua orang yang telah banyak membantu penulis dalam berbagai hal yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Daftar Pustaka

- Azahari, D.H., J.F. Sinuraya, dan R.R. Rachmawati. 2020. Daya Tahan Sawit Indonesia Pada Era Pandemi Covid-19. Litbang Kementan. Bogor.
- Budihardjo, K., H. Wirianata, and S. Primananda. 2019. A study on barn owl population (*Tyto alba* var. *javanica*) in reducing rat attacks and parthenocarpy in oil palm fresh fruit bunches. *Bioma*, 21(2): 100–105.
- Ditjenbun. 2019. Statistik Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Fitraini, A.A., D. Bakti, Hasanudin, and A.E. Prasetyo. 2018. Biology of pollinator *Elaeidobius kamerunicus* Faust (Coleoptera: Curculionidae) on oil palm plants in highland areas. *J. Agroekoteknologi*, 6(4): 885–891.
- Girsang, R.J., M.C. Tobing, and Y. Pangestuningsih. 2017. Biology of insect pollinator *Elaeidobius kamerunicus* (Coleoptera: Curculionidae) after 33 years being introduced in North Sumatera. *J. Agroekoteknologi* 5(2).
- Kahono, S., P. Lupiyaningdyah, and H. Nugroho. 2012. Potensi dan pemanfaatan serangga penyerbuk untuk meningkatkan produksi kelapa sawit di perkebunan kelapa sawit Desa Api-Api, Kecamatan Waru, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. *Jurnal Fauna Tropika*, 21(2): 23–34.
- Lubis, F.I. 2017. Preferensi dan populasi serangga penyerbuk kelapa sawit *Elaeidobius kamerunicus* Faust dan pengaruhnya terhadap nilai fruit set pada tiga jenis tanah di Kalimantan Tengah. *Jurnal Agrikultura*, 28:39–46.
- Mayfield, M. 1999. Natural pollination strategies for agriculture systems. *Cent. Conserv. Biol. Updat.*, 12(1): 1–2.
- Prasetyo, A.E., dan A. Susanto. 2012. Serangga penyerbuk kelapa sawit *Elaeidobius kamerunicus* Faust: agresivitas dan dinamika populasi di Kalimantan Tengah. *Penelit. Kelapa Sawit* 20: 103–113.
- Prasetyo, A.E., and A. Susanto. 2016. The Development of *Elaeidobius kamerunicus* Faust population after introduction and the improvement of oil palm fruit set in Seram Island, Mollucas, Indonesia. *J. Penelitian Kelapa Sawit*, 24(1): 47–55.
- Purba, R.Y., I.Y. Harahap, Y. Pangaribuan, dan A. Susanto. 2010a. Menjelang 30 tahun keberadaan serangga penyerbuk kelapa sawit *Elaeidobius kamerunicus* Faust di Indonesia. *Penelit. Kelapa Sawit*, 18(2): 73 – 85.
- Purba, R.Y., F.I. Lubis, dan A. Susanto. 2010b. Kajian populasi SPKS *Elaeidobius kamerunicus* dan Thrips hawaiiensis di Kawasan Barat Indonesia. *Kiat Mencapai "35-26" Ind. Kelapa Sawit Indones.*: 299–308.
- Rinaldi, R., Seprido, dan A. Haitami. 2021. Kajian hama tikus (Muridae) pada tanaman menghasilkan (TM) perkebunan kelapa sawit Sei. Bengkuang PT. Tri Bakti Sarimas. *J. Green Swarmadwipa*, 10(2): 268–278.
- Sambathkumar, S., and A.M. Ranjith. 2011. Insect pollinators of oil palm in Kerala with special reference to African weevil, *Elaeidobius kamerunicus* Faust. *Pest Manag. Hortic. Ecosyst.*, 17(1): 14 – 18.
- SRS. 2016. Laporan Survey Semi Detil PT Menteng Kencana Mas. Kapuas, Kalimantan Tengah.
- Susanto, A., R.Y. Purba, dan A.E. Prasetyo. 2007a. *Elaeidobius kamerunicus* serangga penyerbuk kelapa sawit. p. 7 – 57. *In Seri Buku Saku 28 Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.*

Abubakar, H. · R. Melati · S. Soenarsih

Penelitian pendahuluan pengaruh pupuk organik cair terhadap ukuran, warna, dan kandungan antosianin bunga telang

Sari. Ukuran, warna, dan kandungan antosianin bunga telang (*Clitoria ternatea*) dapat ditingkatkan dengan penambahan pupuk. Informasi tentang konsentrasi pupuk organik cair yang tepat untuk tanaman telang belum tersedia. Tujuan penelitian ini adalah menentukan konsentrasi yang dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas bunga telang. Penelitian berupa eksperimen dengan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 6 perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali. Perlakuan adalah konsentrasi pupuk organik cair, yang terdiri dari tanpa pupuk, 2, 4, 6, 8, dan 10 mL/L. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pupuk organik cair dapat meningkatkan luas kelopak bunga, namun menurunkan kandungan antosianin. Derajat kemasaman ekstrak bunga telang, panjang gelombang, dan nilai absorbansi yang terdeteksi dipengaruhi oleh konsentrasi pupuk organik cair, namun belum konsisten. Konsentrasi 10 mL/L pupuk organik cair menghasilkan ukuran bunga telang paling luas, sedangkan konsentrasi 6 mL/L menghasilkan kandungan antosianin yang setara dengan tanpa pemberian pupuk.

Kata kunci : Antosianin · Bunga · Pupuk organik · Telang

Preliminary study on the effect of liquid organic fertilizer on the size, color, and anthocyanin content of butterfly pea flower

Abstract. The size, color, and anthocyanin content of butterfly pea (*Clitoria ternatea*) flower can be increased by the addition of fertilizer. Information about the right concentration of liquid organic fertilizer for butterfly pea plants is not yet available. The purpose of this study was to determine the concentration of biota plus liquid organic fertilizer that can increase the quantity and quality of the butterfly pea flower. The research was arranged in a Randomized Block Design with 6 treatments and 4 replications. The treatment was the concentration of liquid organic fertilizer, that was consisted of no fertilizer, 2, 4, 6, 8, and 10 mL L⁻¹. Obtained data were analyzed using analysis of variance and continued with the Least Significant Difference test. The results showed that increasing the concentration of liquid organic fertilizer could increase the area of the flower petals, but decrease the anthocyanin content. The degree of acidity of the flower extract, wavelength, and detected absorbance values were influenced by the concentration of liquid organic fertilizer, but it was not consistent. A concentration of 10 mL L⁻¹ of liquid organic fertilizer produced the largest flower size, while a concentration of 6 mL L⁻¹ produced anthocyanin content equivalent to that of no fertilizer application.

Keywords: Anthocyanins · Flower · Organic fertilizer · Butterfly pea

Diterima : 30 Oktober 2021, Disetujui : 14 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022
DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.36298](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.36298)

Abubakar, H.¹ · R. Melati¹ · S. Soenarsih¹
Fakultas Pertanian Universitas Khairun, Gambesi, Ternate Selatan, Ternate 97719
Korespondensi: rima_tafure@yahoo.com

Pendahuluan

Telang (*Clitoria ternatea*) sejak lama dikenal oleh masyarakat Indonesia, termasuk masyarakat Maluku Utara, dan saat ini tanaman hias tersebut diminati di seluruh dunia karena sangat berpotensi sebagai tumbuhan obat. Masyarakat kota Ternate mengenalnya dengan bunga biru dan dimanfaatkan untuk obat dan pewarna makanan (Melati dan Rahmadani, 2020). Bunga telang memiliki beragam manfaat, seperti menstabilkan tekanan darah, memperkuat daya ingat, menurunkan tekanan darah tinggi, menurunkan gula darah, menjaga fungsi hati, dan mengurangi gejala asma (Marpaung, 2020). Khasiat lain sebagai anti jamur, anti radang, pereda nyeri, dan anti bakteri (Suganda dan Adhi, 2017). Ekstrak telang juga menyembuhkan penyakit mata seperti katarak (Kusrini *et al.*, 2017) dan pencakar dahak (Kusuma, 2019). Terdapat beberapa jenis telang yang memiliki perbedaan pada warna bunga (Budiasih, 2017).

Bunga telang yang marak diteliti dan dijual terutama yang bunganya berwarna biru. Warna biru inilah yang terindikasi mengandung senyawa antosianin, sehingga sangat berpotensi sebagai suplemen maupun penangkal radikal bebas dalam metabolisme tubuh manusia. Senyawa fitokimia bunga telang, seperti antosianin, memiliki sifat yang mudah larut dan berwarna orange hingga hitam (Priska *et al.*, 2018). Ekstrak bunga telang dapat dijadikan pewarna alami minuman dan makanan, sehingga dijadikan sebagai bahan baku industri (Angriani, 2019). Dengan demikian ukuran dan kandungan antosianin pada bunga telang dijadikan sebagai indikator utama dalam budidaya telang, namun saat ini belum ada standar baku berkaitan dengan hal tersebut. Oleh karena itu, indikator luas kelopak bunga menjadi salah satu indikator kuantitas bunga telang, sedangkan banyaknya kandungan antosianin menjadi indikator kualitas bunga.

Pemupukan menjadi salah satu faktor dalam meningkatkan kandungan senyawa organik pada tanaman, termasuk produksi antosianin pada bunga telang. Telang umumnya dijadikan sebagai tanaman herbal, sehingga penggunaan pupuk menjadi pertimbangan dalam usaha budidaya telang. Sumber pupuk yang direkomendasikan untuk

tanaman herbal yaitu pupuk organik cair, yang diduga dapat meningkatkan produksi senyawa antosianin. Pupuk organik cair ini merupakan pupuk organik yang dapat digunakan untuk semua jenis tanaman, termasuk sayur-sayuran, yang berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar dan kering (Noverita dan Frida, 2009). Pupuk organik cair juga dapat berpengaruh pada penambahan jumlah anakan dan peningkatan produksi tanaman bawang (La Sinaini dan Anti, 2020). Selain itu, pupuk ini berpengaruh nyata pada pertumbuhan vegetatif, waktu berbunga, dan produksi (Karim *et al.*, 2022). Namun, pengaruh pupuk organik cair terhadap ukuran, warna dan kandungan antosianin belum diketahui. Berdasarkan uraian sebelumnya, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pupuk organik cair yang terbaik terhadap ukuran, warna, dan kandungan antosianin pada bunga telang.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di lahan praktik Fakultas Pertanian Universitas Khairun yang berlangsung pada bulan Mei – Juli 2020, sedangkan analisis warna, derajat keasaman (pH) ekstrak bunga telang, dan kandungan antosianin dilaksanakan di Laboratorium Dasar Kampus I Universitas Khairun. Penelitian berupa eksperimen yang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan konsentrasi pupuk organik cair yaitu tanpa pupuk (kontrol, B0), 2 mL/L (B1), 4 mL/L (B2), 6 mL/L (B3), 8 mL/L (B4), dan 10 mL/L (B5). Pupuk organik cair yang digunakan adalah Biota Plus®. Pupuk ini mengandung berbagai unsur hara makro dan mikro seperti N, P, K, S, B, Fe, Cu, Mn, n, dan Mo.

Parameter pengamatan terdiri dari ukuran bunga (luas kelopak bunga) yang diamati pada umur 2, 4, 6, 8, dan 10 minggu setelah awal berbunga (MSB), panjang gelombang dan pH ekstrak bunga yang diamati pada akhir pengamatan (12 minggu setelah tanam), dan kandungan antosianin yang diamati sebanyak 2 kali pada bulan 1 dan 3 setelah tanam. Ukuran bunga (luas kelopak) dihitung menggunakan metode gravimetri yang ditaksir berdasarkan

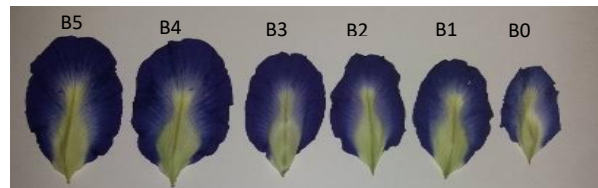
perbandingan berat replika bunga dengan berat total kertas (Sitompul, 2016). Ukuran permukaan bunga adalah luas permukaan bunga telang yang mekar sempurna saat panen. Pengukuran pH ekstrak bunga telang menggunakan pH meter celup. Kandungan antosianin serta panjang gelombang diukur menggunakan spektrofotometer. Sampel bunga telang yang diamati adalah bunga yang telah mekar sempurna saat berumur 1 dan 3 bulan setelah tanam. Pengambilan bunga dilakukan pada pagi hari pukul 07.00-08.00 pada saat cuaca cerah. Analisis data menggunakan Anova dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Hasil dan Pembahasan

Ukuran Permukaan Bunga. Pemberian pupuk organik cair dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap ukuran permukaan kelopak bunga pada pengamatan 2, 4, 6, 8, dan 10 MSB. Hasil analisis menunjukkan bahwa ukuran bunga telang yang diberikan pupuk organik cair berbeda nyata dengan tanaman yang tidak diberikan pupuk organik cair. Semakin tinggi konsentrasi pupuk menyebabkan semakin luas kelopak bunga. Luas kelopak terbesar pada pengamatan 8 MSB dan mengalami penurunan pada pengamatan 10 MSB. Data hasil analisis luas kelopak bunga disajikan pada Tabel 1.

Ketersediaan hara yang cukup mengakibatkan luas kelopak bunga semakin membesar. Konsentrasi yang tinggi menyediakan unsur hara esensial yang banyak dan tersedia untuk perkembangan luas kelopak. Unsur hara makro dan mikro serta beberapa hormon yang terkandung dalam

pupuk organik cair memacu pertumbuhan dan munculnya bunga. Pupuk organik cair mengandung unsur hara esensial yang menunjang pertumbuhan bunga telang. Hal ini sejalan dengan aplikasi pupuk organik cair dalam memacu pertumbuhan tanaman sayuran (Parwata *et al.*, 2019; Sinaini dan Anti, 2020). Banyak dan sedikitnya suplai hara mempengaruhi ukuran permukaan kelopak bunga (Gambar 1).



Gambar 1. Perbedaan luas kelopak bunga telang berdasarkan perlakuan konsentrasi pupuk biota plus pada umur 8 minggu setelah berbunga

Panjang Gelombang dan Absorbansi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang gelombang terdeteksi antara 469,63 – 642,75 nm, sedangkan nilai yang digunakan untuk menentukan perbedaan adalah nilai panjang gelombang yang tertinggi dari masing-masing perlakuan. Konsentrasi pupuk 0 dengan 2 ml/liter air tidak berbeda nyata, sedangkan tanaman yang diberi pupuk 6 dengan 8 mL/L juga tidak berbeda nyata, serta tanaman yang diberi pupuk 4 dengan 10 mL/L juga tidak berbeda nyata, namun pasangan perlakuan tersebut berbeda nyata dengan pasangan perlakuan yang lain. Nilai absorbansi menunjukkan perbedaan cahaya yang terserap. Konsentrasi pupuk 10 mL/L berbeda nyata dengan semua perlakuan dan sebaliknya perlakuan 8 mL/L tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan, kecuali konsentrasi 10 mL/L (Tabel 2).

Tabel 1. Respon luas kelopak bunga telang akibat pemberian konsentrasi pupuk organik cair yang berbeda

Konsentrasi pupuk organik cair	Rata-Rata Luas Kelopak Bunga (cm ²)				
	2 MSB	4 MSB	6 MSB	8 MSB	10 MSB
Tanpa pupuk	12,18 a	11,54 a	11,54 a	11,86 a	11,54 a
2 mL/L	16,03 b	13,78 b	13,78 b	14,10 b	14,42 b
4 mL/L	16,67 b	15,70 c	16,03 c	16,35 c	16,03 c
6 mL/L	17,93 c	16,35 d	16,35 c	16,67 c	16,99 c
8 mL/L	22,44 d	20,19 e	20,51 d	22,11 d	21,47 d
10 mL/L	23,08 e	22,76 f	23,08 e	24,04 e	23,40 e

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNT pada taraf nyata 0,05.

Tabel 2. Pengaruh pemberian pupuk organik cair terhadap panjang gelombang dan nilai absorbansi bunga telang

Konsentrasi Pupuk Organik Cair	Panjang Gelombang (λ)	Absorbansi
Tanpa pupuk	642,75 c	3,106 b
2 mL/L	623,38 c	3,000 bc
4 mL/L	520,75 a	4,000 c
6 mL/L	604,38 b	3,228 c
8 mL/L	561,13 b	2,838 bc
10 mL/L	469,63 a	1,892 a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata menurut uji BNT pada taraf nyata 0,05.

Rentang panjang gelombang dan nilai absorbansi juga menjadi salah satu indikator perubahan warna pada ekstrak, walaupun warna bunga secara visual tidak memperlihatkan perbedaan (warna biru). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan panjang gelombang dan perbedaan nilai absorbansi. Ekstrak telang tanpa pemberian pupuk dan diberi pupuk 2 mL/L memiliki rentang panjang gelombang 642,75 nm dengan nilai absorbansi 3,106. Perlakuan dengan konsentrasi 4 dan 10 mL/L dengan panjang gelombang 520,75 nm dan 469,63 menunjukkan tidak berbeda nyata, walaupun ada perbedaan yang nyata pada nilai absorbansi. Ekstrak bunga telang 6 mL/L terdeteksi pada panjang gelombang 604,38 nm, dan tidak berbeda nyata dengan ekstrak bunga telang yang diberi pupuk sebanyak 8 mL/L, demikian halnya dengan nilai absorbansinya.

Panjang gelombang termasuk salah satu indikator dalam menentukan warna. Perbedaan nilai panjang gelombang memperlihatkan potensi warna pada larutan, demikian halnya dengan nilai absorbansi, walaupun secara fisik warna bunga telang tetap berwarna biru. Indikator panjang gelombang dan nilai absorbansi menentukan tingkat serapan warna. Sebagaimana menentukan kualitas obat/tablet juga menggunakan indikator serapan warna yang diperoleh dari penentuan panjang gelombang (Retnaningsih dan Ulfa, 2017), dan beberapa daun tanaman obat (Gusnedi *et al.*, 2013).

Derajat Keasaman (pH). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair yang diberikan ke media tanam berpengaruh

terhadap pH ekstrak bunga telang. Telang yang dipupuk dengan biota plus pada konsentrasi 6 mL/L berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa ekstrak telang dengan pemberian pupuk organik cair dapat berubah sampai batas pH maksimum, yakni 6,07, kemudian semakin tinggi konsentrasi pupuk akan menurunkan kembali pH (Tabel 3).

Derajat kemasaman ekstrak telang yang berubah tersebut dipengaruhi oleh pupuk yang diberikan. Media tumbuh yang asam berdampak pada derajat keasaman ekstrak dan akan mengalami perubahan sesuai dengan media larutan atau media tanam. Perbedaan pH yang terlihat masih masuk pada kategori masam. Adanya perubahan nilai pH menunjukkan bahwa derajat kemasaman ekstrak telang tidak stabil. Kestabilan pH dari ekstrak biasanya mempengaruhi warna dari ekstrak. Hasil percobaan ini berbeda dengan percobaan lainnya, seperti hasil penapisan ekstrak bunga tapak dara yang berubah pH-nya berpengaruh pada perubahan warna tampak (Santoso dan Mulyono, 2017), demikian dengan ekstrak ubi jalar ungu (Armanzah dan Hendrawati, 2016).

Tabel 3. Pengaruh pemberian pupuk organik cair terhadap derajat keasaman (pH) ekstrak bunga telang

Konsentrasi Pupuk Organik Cair	Rata-rata pH ekstrak
Tanpa pupuk	6,00 a
2 mL/L	6,02 a
4 mL/L	6,04 a
6 mL/L	6,07 b
8 mL/L	6,02 a
10 mL/L	6,04 a

Keterangan: Angka rata rata yang diikuti oleh huruf yang sama dan pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf nyata 0,05.

Kandungan Antosianin. Hasil penelitian membuktikan bahwa perlakuan konsentrasi pupuk organik cair yang berbeda dapat mempengaruhi kandungan antosianin pada bunga telang. Telang yang tidak diberikan pupuk organik cair menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan dosis pupuk yang lain (2, 4, 6, 8 dan 10 ml) pada panen bulan pertama, sedangkan perlakuan tanpa pemberian pupuk organik cair tidak berbeda nyata

dengan konsentrasi 6 mL/L pada panen bulan ketiga. Penambahan dosis pupuk organik cair yang tinggi tidak memberikan dampak pada penambahan kandungan antosianin hasil panen bulan ketiga (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata uji antosianin bunga telang

Konsentrasi Pupuk Organik Cair	Rata-Rata kadar Antosianin (mg/g)	
	Panen Bulan ke-1	Panen Bulan ke-3
Tanpa pupuk	5,558 d	8,340 c
2 mL/L	4,147 b	6,269 b
4 mL/L	4,259 b	6,393 b
6 mL/L	5,035 c	7,549 c
8 mL/L	3,896 a	5,851 b
10 mL/L	3,024 a	4,542 a

Keterangan: Angka rata rata yang diikuti oleh huruf yang sama dan pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf nyata 0,05.

Pemupukan umumnya mempengaruhi kandungan metabolit sekunder pada hampir sebagian tanaman, namun berbeda dengan pemberian pupuk organik cair pada tanaman telang. Semakin tinggi konsentrasi pupuk yang diberikan berdampak pada menurunnya kandungan antosianin. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan hara yang berlebih tidak lagi diserap oleh tanaman dalam mensintesis antosianin. Sintesis antosianin dipengaruhi oleh enzim phenil alanin amonialiase (PAL) (Ramadhan *et al.*, 2015), dimana aktivitas enzim tergantung dari nitrogen dan kalium pada kondisi kecukupan dan menurun ketika pemberian dosis pupuk yang tinggi. Kelebihan unsur hara dalam media tanam akan berdampak pada penurunan kandungan flavonoid dan antosianin.

Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian sebelumnya bahwa produksi flavonoid dan antosianin tanaman kemuning mengalami penurunan kandungan antosianin pada perlakuan pupuk organik dengan dosis yang semakin tinggi (Taufika *et al.*, 2016). Selain itu, kandungan antosianin yang tinggi pada bunga telang pada perlakuan tanpa pemberian pupuk organik cair mengindikasikan bahwa kandungan antosianin pada bunga telang secara alami memiliki kandungan yang tinggi dibandingkan dengan tanaman yang diberikan

pupuk dengan konsentrasi yang berbeda. Hal ini dapat terjadi karena sumber antosianin alami banyak terdapat pada organ bunga. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa setiap organ tanaman memiliki kandungan antosianin yang berbeda dan organ yang paling banyak terdapat pada bunga, kulit buah dan daun, namun antosianin memiliki sifat yang mudah terdegradasi karena pengaruh lingkungan tumbuh maupun larutan ekstrak (Priska *et al.*, 2018).

Hara pada pupuk organik cair memacu pertumbuhan organ tanaman, seperti pembesaran ukuran bunga, sehingga tidak berdampak pada kandungan senyawa metabolit sekunder. Ketersediaan hara yang banyak tidak menjamin peningkatan senyawa antosianin, namun berdampak nyata pada pertumbuhan. Penelitian ini sama dengan penelitian pemberian pupuk kandang sapi dengan penambahan NPK pada kandungan kuersiten umbi tanaman dewa yang berpola linear negatif (Tripatmasari *et al.*, 2014). Selain itu, karakter genetik juga mempengaruhi kandungan antosianin pada setiap spesies, karena tanpa pemberian pupuk kandungan antosianin tetap tinggi, sebagaimana pada uji antosinin daun bayam, dimana setiap varietas memiliki antosianin yang berbeda-beda (Pebrianti *et al.*, 2015).

Kesimpulan

Ukuran bunga dan kandungan antosianin bunga telang dipengaruhi oleh konsentrasi pupuk organik cair. Semakin tinggi konsentrasi biota plus, ukuran kelopak bunga semakin besar, namun berbanding terbalik dengan kandungan antosianin pada ekstrak bunga telang. Indikator panjang gelombang dan nilai absorbansi serta derajat keasaman ekstrak telang dipengaruhi oleh konsentrasi pupuk organik cair, namun belum konsisten. Umur panen terbaik terjadi pada umur 3 bulan setelah tanam karena kandungan antosianin lebih banyak (7,549 - 8,340 mg/g). Konsentrasi pupuk organik cair yang tinggi dapat meningkatkan ukuran kelopak bunga, tetapi konsentrasi 6 mL/L memiliki kandungan antosianin yang setara dengan tanpa pemberian pupuk.

Daftar Pustaka

- Angriani, L. 2019. Potensi ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai pewarna alami lokal pada berbagai industri pangan. *Canrea Journal*, 2(2): 32-37.
- Armanzah, R.S., dan T.Y. Hendrawati. 2016. Pengaruh waktu maserasi zat antosianin. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, November, 1-10.
- Budiasih, K.S. 2017. Kajian potensi farmakologis bunga telang (*Clitoria ternatea*). *Pros. Seminar Nasional Kimia UNY*, 21(4): 183-188.
- Gusnedi, Ratnawulan, dan Neldawati. 2013. Analisis nilai absorbansi dalam penentuan kadar flavonoid untuk berbagai jenis daun tanaman obat. *Pillar of Physics*, 2: 76-83.
- Karim, J.A., D.S. Soenarsih, dan H. Abdullah. 2022. Pengaruh pupuk organik biota plus terhadap pertumbuhan dan produksi bunga telang (*Clitoria ternatea* L.). *Jurnal Pertanian Khairun*, 01(01): 8-13.
- Kusrini, E., D. Tristantini, dan N. Izza. 2017. Uji aktivitas ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai agen anti-katarak. *Jurnal Jamu Indonesia*, 2(1): 30-36. <https://doi.org/10.29244/jji.v2i1.28>
- Kusuma, A.D. 2019. Potensi teh bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai obat pengencer dahak herbal melalui uji mukositas. *Risenologi : Jurnal Sains, Teknologi, Sosial, Pendidikan, Dan Bahasa*, 4(2): 65-73.
- La Sinaini dan Anti. 2020. Pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L) pada berbagai konsentrasi pupuk hayati. *J. Agrokompleks*, 9: 42-48.
- Marpaung, A.M. 2020. Tinjauan manfaat bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) bagi kesehatan manusia. *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, 1(2): 63-85.
- Melati, R., dan N.S. Rahmadani. (2020). Diversifikasi dan preferensi olahan pangan dari pewarna alami kembang telang (*Citoria ternatea*) di kota Ternate. *Prosiding Seminar Nasional*, November, 84-88.
- Noverita dan Frida. 2009. Pengaruh pupuk cair organik biota plus dan jarak tanam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Bidang Ilmu Pertanian*, 7(1): 44-51.
- Parwata, I.G.M.A., I.K.D. Jaya, B.B. Santoso, dan J. Jayaputra. 2019. Kajian aplikasi pupuk organik pada tumpang sari tanaman kelor-selada di lahan kering. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 5(1): 42.
- Pebrianti, C., R.B. Ainurrasyid, L. Purnamaningsih, R. Leaf, dan B. Merah. 2015. Uji kadar antosianin dan hasil enam varietas tanaman bayam merah (*Alternanthera amoena* Voss) pada musim hujan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(1): 27-33.
- Priska, M., N. Peni, L. Carvallo, dan Y.D. Ngapa. (2018). Antosianin dan pemanfaatannya. *Cakra Kimia Indonesian E-Journal*, 6(2): 79-97.
- Ramadhan, B.C., S.A. Aziz, M. Ghulamahdi. 2015. Potensi kadar bioaktif yang terdapat pada daun kepel (*Stelechocarpus burahol*). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 26(2): 99-108.
- Retnaningsih, A. dan A.M. Ulfa. 2017. Stabilitas tablet asam mefenamat yang beredar di beberapa puskesmas daerah lampung tengah secara spektrofotometri UV. *Jurnal Analis Farmasi*, 2(4): 270-277.
- Santoso, B., dan E.W.S. Mulyono. 2017. Penapisan zat warna alam golongan anthocyanin dari tanaman sekitar sebagai indikator asam basa. *Fluida*, 11(2): 1-8.
- Sitompul, S.M. 2016. Analisis Pertumbuhan Tanaman. UB Press. Malang.
- Suganda, T. dan S.R. Adhi. 2017. Uji pendahuluan efek fungisida bunga kembang telang (*Clitoria ternatea* L.) terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* penyebab penyakit moler pada bawang merah. *Agrikultura*, 28(3): 136-140.
- Taufika, R., S.A. Aziz, dan M. Melati. 2016. Produksi flavonoid daun kemuning (*Murraya paniculata* L. Jack) pada dosis pupuk organik dan interval panen yang berbeda. *buletin penelitian tanaman rempah dan obat*, 27(1): 27.
- Tripatmasari, M., A. Sandra, dan M.S. Ghulamahdi. 2014. Pengaruh pemupukan dan waktu pemanenan terhadap produksi Antosianin daun dan kuisertin umbi tanaman daun dewa (*Gynura Pseudochina* (L.) Dc). *Agrovigor*, 7(1): 25-36.

Halimursyadah · S. Hafsah · S.N. Nasution · Zuraida

Pengaruh rizobakteri indigenous terhadap serangan penyakit budok, enzim peroksidase, dan pertumbuhan setek nilam Aceh

Sari. Rizobakteri adalah kelompok mikroba yang aktif dan agresif mengkolonisasi area rizosfir. Mikroba ini mampu berperan sebagai biofertilizer, biostimulan, dan bioprotektan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis isolat rizobakteri indigenous yang berpotensi sebagai agen biokontrol pada patogen *Synchytrium pogostemonis* penyebab penyakit budok pada tanaman nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth.). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala dan Kebun Percobaan Sektor Timur Fakultas Pertanian, Darussalam Banda Aceh. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Januari sampai dengan Mei 2021. Percobaan ini disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap dengan 15 perlakuan yang terdiri atas 14 perlakuan isolat rizobakteri dan perlakuan kontrol (tanpa rizobakteri). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat rizobakteri PS 4/5 dan PS 5/6PK merupakan perlakuan cenderung terbaik sebagai agen biokontrol terhadap patogen *S. pogostemonis*, penyebab penyakit budok, pada tanaman nilam berdasarkan peubah masa inkubasi penyakit, intensitas serangan penyakit, berat brangkas basah, dan berat brangkas kering. Hasil uji aktivitas enzim peroksidase menunjukkan aktivitas tertinggi pada tanaman nilam yang diberi perlakuan isolat rizobakteri PS 6/3A dengan nilai absorban sebesar 1,66 U mg⁻¹.

Kata kunci: Budok · Patchouli · Peroksidase · Rizobakteri · Tanaman

Effect of of indigenous rhizobacteria on budok disease, peroxidase enzim and growth of aceh patchouli cuttings

Abstract. Rhizobacteria are a group of microbes that are active and aggressive in colonizing the rhizosphere area. These microbes are able to act as biofertilizer, biostimulant and bioprotectant. The purpose of this study was to determine the type of indigenous rhizobacteria isolates that potentially served as biocontrol agents on the pathogen *Synchytrium pogostemonis* that causes budok disease on Aceh patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) cuttings. The research was carried out at the Seed Science and Technology Laboratory, the Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University and the Experimental Garden of the Sektor Timur, Faculty of Agriculture, Darussalam Banda Aceh. The study was carried out from January to May 2021 and it was arranged in a completely randomized design with a non-factorial pattern of 15 treatments levels, i.e., application of 14 indigenous rhizobacterial isolate and control (without rhizobacteria application). Each treatment was repeated three times. The result showed that rhizobacteria isolates, namely PS 4/5 and PS 5/6PK were determined as the best treatment of biocontrol agents against the pathogen *S. pogostemonis* based on disease incubation period, intensity of disease attack, weight of wet stover, and weight of dry stover. The peroxidase enzyme activity test showed the highest activity in patchouli cuttings treated with PS 6/3A rhizobacteria isolates with an absorbance value of 1.66 U ml⁻¹.

Keywords: Budok · Patchouli · Peroxidase · Rhizobacteria · Plant

Diterima : 31 Oktober 2021, Disetujui : 28 Maret 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022

DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.36316](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.36316)

Halimursyadah · S. Hafsah · S.N. Nasution · Zuraida

¹ Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Jl. Tgk. Hasan Krueng Kalee No.3, Kopelma Darussalam, Kec. Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, 23111

² Prodi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Jl. Tgk. Hasan Krueng Kalee No.3, Kopelma Darussalam, Kec. Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, 23111

Korespondensi: sitihafsah@unsyiah.ac.id

Pendahuluan

Tanaman nilam (*Pogostemon* sp.) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang dimanfaatkan dalam industri kosmetik, parfum, sabun, antiseptik, dan insektisida. Keunggulan minyak nilam dalam industri parfum yakni bersifat fiksatif (pengikat) dan belum dapat dibuat secara sintetik (Nurmansyah, 2011). Indonesia merupakan negara penyuplai kebutuhan minyak nilam terbesar di dunia, yaitu sekitar 90% setiap tahunnya. Hal ini menyebabkan nilam memiliki peranan penting dalam meningkatkan devisa negara yang disebabkan tingginya tingkat permintaan dunia (Chakrapani *et al.*, 2013).

Di Indonesia terdapat tiga kelompok nilam, yaitu nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth), nilam Jawa (*Pogostemon heyneanus* Benth), dan nilam sabun (*Pogostemon hortensis* Backer). Nilam Aceh mempunyai kandungan minyak nilam yang tinggi, yaitu >2,5% dan kadar patchouli alkohol >30% jika dibandingkan dengan nilam Jawa dan nilam sabun. Hal ini menyebabkan kualitas minyak nilam Aceh memenuhi standar mutu perdagangan dunia dengan kadar patchouli alkohol yang tinggi.

Prospek tanaman nilam terlihat cerah, namun terdapat beberapa masalah pada pengembangan nilam di lapangan. Salah satu kendala utama dalam pengembangan nilam adalah adanya penyakit yang mengganggu pertumbuhan tanaman, salah satunya adalah penyakit budok (Sukamto *et al.*, 2014).

Penyakit budok disebabkan oleh jamur *Synchytrium pogostemonis* yang merupakan patogen tular tanah dan termasuk parasit obligat, artinya hanya dapat hidup pada jaringan tanaman yang hidup, sedangkan pada jaringan yang mati sifatnya tidak aktif dan tetap hidup membentuk spora istirahat (*resting spore*) yang berdinding tebal (Wahyuno, 2015). Penyakit budok saat ini menjadi permasalahan utama pada berbagai sentra pertanaman nilam di Sumatera, Jawa, dan Kalimantan (Wahyuno dan Sukamto, 2013).

Penyakit budok dapat menurunkan produksi terna sebesar 16,74% dan produksi minyak nilam 11,15 – 50,38% (Nurmansyah, 2011). Teknik pengendalian yang dilakukan oleh petani nilam di Indonesia adalah menggunakan fungisida berbahan aktif Benomil dan Oksitebaga (Sumardiyono *et al.*, 2013). Pengendalian secara kimiawi untuk saat ini

tidak dianjurkan karena dapat menyebabkan beberapa masalah pada agroekosistem dan kondisi kesehatan manusia. Alternatif pengendalian yang tepat adalah dengan menggunakan agen biotik.

Nilam kultivar Tapak Tuan merupakan salah satu yang sangat diminati oleh petani karena keunggulannya menghasilkan patchouli alkohol yang lebih tinggi. Namun, kultivar ini memiliki kerentanan yang tinggi terhadap serangan penyakit budok. Aktivitas rizobakteri dalam mengendalikan patogen penyebab penyakit yang dapat secara langsung sebagai antagonis atau secara tidak langsung dengan menginduksi ketahanan tanaman (Ghorbanpour *et al.*, 2018). Populasi patogen dapat dikurangi dengan adanya rizobakteri yang berkompetisi dengan penyakit serta memproduksi senyawa antimikroba sehingga memberikan perlindungan terhadap tanaman dari serangan fitopatogen (Kolang *et al.*, 2013). Mekanisme pengendalian patogen secara langsung oleh rizobakteri adalah dengan menghasilkan metabolit sekunder yang dapat menekan perkembangan penyakit budok dengan menghasilkan enzim kitinase yang berperan sebagai agen biokontrol pada tanaman nilam (Sukamto *et al.*, 2014). Bakteri penghasil enzim kitinase menjadi perhatian dalam bidang pertanian karena kemampuannya sebagai agen biokontrol patogen tanaman, khususnya cendawan patogen yang memiliki kitin pada dinding selnya termasuk *Synchytrium pogostemonis* (Apine dan Jadhav, 2011).

Beberapa jenis rizobakteri telah digunakan dalam mengendalikan penyakit tanaman, diantaranya seperti *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp., yang memiliki spektrum yang luas dan efektif untuk mengendalikan beberapa patogen tular tanah. *Bacillus* sp. dapat mengendalikan *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* pada tanaman buncis (Karthick *et al.*, 2017), *F. graminearum* Schabe pada gandum (Baffoni *et al.*, 2015) dan penyakit layu bakteri *R. solanacearum* pada tanaman tembakau (Arwiyanto *et al.*, 2007). Sementara itu, *Pseudomonas* sp. dilaporkan dapat mengendalikan *F. oxysporum* f.sp. *cubense* pada tanaman pisang (Pushpavathi dan Dash, 2017) dan *F. circinatum* pada tanaman pinus (Iturritxa *et al.*, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis isolat rizobakteri indigenous yang berasal dari rizosfir nilam yang berpotensi sebagai agen biokontrol pada patogen *S. Pogostemonis* yang menyebabkan penyakit budok pada tanaman nilam.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih serta Kebun Percobaan Sektor Timur, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Mei 2021.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laminar air flow, autoclave, oven listrik, spektrofotometer, timbangan analitik, lampu bunsen, petridish, erlenmeyer, tabung reaksi, gelas ukur, jarum ose, spatula, kompor gas, pipet volume (oxford), ayakan 8 mesh, mortar, vortex, saringan, baskom, blender, cangkul, paranet, selang air, ajir, hand sprayer, meteran, jangka sorong digital, pipa besi, kamera, dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 90 stek pucuk nilam kultivar Tapak Tuan berukuran 20 cm dengan 3 mata tunas yang diperoleh dari Desa Alue Abed, Kecamatan Panga, Kabupaten Aceh Jaya. Patogen penyebab penyakit budok (*Synchytrium pogostemonis*) diperoleh dari penelitian tanaman nilam yang berumur 8 - 10 bulan di Kebun Kelompok Tani Sapeu Pakat, Desa Ranto Sabon, Kecamatan Sampoiniet, Kabupaten Aceh Jaya. Sebanyak 14 isolat rizobakteri indigenous terpilih yang telah melalui uji kitinolitik sebagai uji pendahuluan, yaitu CL 4/1 yang berasal dari Desa Alue Abed, Kecamatan Panga, Kabupaten Aceh Jaya (Kode CL = Calang), KI 8/4 dari desa Krueng Itam, Kecamatan Tadu Raya (Kode KI = Krueng Itam), PS 4/5, PS 5/1, PS 5/6, PS 5/6PK, PS 6/3A, PS 6/3C, PS 6/4, PS 6/5, PS 8/1, PS 8/2, PS 8/8PK, dan PS 8/12 dari Desa Purwosari Kecamatan Kuala Pesisir, Kabupaten Nagan Raya (Kode PS = Purwosari), kentang, agar, dextrose, alkohol 96%, pyrogallol, Na_2HPO_4 , Na_2HPO_4 , plastic wrap, karet gelang, aluminium foil, aquades steril, tisu, spiritus, Basamid-G dengan bahan aktif dazomet, polybag ukuran 30 cm x 35 cm, tanah, pupuk kandang yang berasal dari kotoran sapi yang telah terdekomposisi sempurna, kertas label, kertas saring (0,2 mm), dan amplop kertas.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan adalah isolat rizobakteri indigenous, yang terdiri dari 15 taraf perlakuan, yaitu: tanpa pemberian rizobakteri (kontrol), CL 4/1, KI 8/4, PS 4/5, PS 5/1, PS 5/6

C, PS 5/6PK, PS 6/3A, PS 6/3C, PS 6/4, PS 6/5, PS 8/1, PS 8/2, PS 8/8PK, dan PS 8/12. Setiap taraf perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan masing-masing plot terdiri dari 2 tanaman. Analisis data menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan Uji Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

Pelaksanaan Penelitian. Persiapan media tanam diawali dengan mempersiapkan tanah alluvial ditambah pupuk kandang dengan perbandingan 2:1, lalu disterilkan menggunakan Basamid-G. Setiap 1000 kg tanah diberikan Basamid-G sebanyak 100 gram. Selanjutnya, dimasukkan ke dalam polybag berukuran 30 cm x 35 cm. Bibit nilam berumur 4 minggu yang berasal dari setek pucuk dapat dipindah tanam ke dalam polybag.

Isolat rizobakteri yang digunakan merupakan hasil isolasi dan karakterisasi yang dilakukan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, yang berasal dari Desa Alue Abed, Kecamatan Panga, Kabupaten Aceh Jaya; Desa Krueng Itam, Kecamatan Tadu Raya; dan Desa Purwosari, kecamatan Kuala Pesisir, Kabupaten Nagan Raya. Isolat kemudian disuspensi ke dalam aquades steril 50 mL, lalu dihitung kerapatan populasi larutan suspensi dengan menggunakan spektrofotometer hingga 10^9 cfu mL^{-1} atau setara dengan pembacaan nilai absorban OD 600 = 0,192 (Bai *et al.*, 2002). Rizobakteri indigenous diaplikasikan 30 mL untuk setiap tanaman sebanyak satu kali, yaitu satu minggu setelah bibit nilam pindah tanam.

Inokulasi pathogen dilakukan dengan cara menyiapkan inokulum dari tanaman bergejala, kemudian ditimbang sebanyak 300 g lalu dipotong-potong dan dihancurkan menggunakan blender dengan menambahkan aquades sebanyak 3000 mL (konsentrasi 0,1 g/mL). Setelah itu, suspensi disaring dan diambil airnya. Cairan ekstrak cendawan patogen diaplikasikan sebanyak 30 mL/tanaman pada satu minggu setelah pengaplikasian rizobakteri. Daun yang diinokulasi adalah 2 daun teratas yang telah membuka sempurna. Sebelum diinokulasi, daun tersebut dilukai dengan cara ditusuk sebanyak 15 tusukan menggunakan jarum pentul yang telah disterilisasi menggunakan alkohol 95% hingga menembus permukaan daunnya. Kemudian, cairan ekstrak sebanyak 30 ml diinokulasikan pada seluruh permukaan daun

dengan cara disemprot menggunakan hand sprayer (Yuliyanti *et al.*, 2017).

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pembumbunan, penyiangan gulma, dan pengendalian hama. Pemeliharaan dilakukan berdasarkan *standard operational procedure* budidaya nilam.

Parameter Pengamatan. Masa inkubasi penyakit dan Intensitas Serangan Penyakit

Masa inkubasi penyakit dan aktivitas enzim peroksidase diukur menurut Vidhyasekaran *et al.* (2001), sementara Intensitas Serangan Penyakit berdasarkan Rahardjo dan Suhardi (2008) dengan formula:

$$I = \left(\frac{\sum [(n \times v)]}{(Z \times N)} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

I = intensitas serangan penyakit

n = jumlah daun dari setiap kategori serangan

v = nilai skor setiap kategori serangan

Z = nilai skor dari kategori serangan tertinggi

N = jumlah seluruh daun yang diamati

Pengamatan intensitas penyakit dilakukan dengan cara skoring pada setiap tanaman mengikuti metode Kusnanta (2005) sebagai berikut:

Tabel 1. Skor gejala serangan tanaman dalam pengamatan intensitas serangan penyakit

Skor	Intensitas Serangan	Kriteria
0	Tidak ada gejala	Sehat
1	Daun terserang 1 - 25%	Ringan/mild
2	Daun terserang 26 - 50%	Sedang
3	Daun terserang 51 - 75%	Berat
4	Daun terserang > 75%	Sangat berat

Berat Brangkas Basah Tanaman (g)

Pengamatan berat brangkas basah tanaman dilakukan pada akhir penelitian yaitu 90 hari setelah pindah tanam (HSPT)

Berat Brangkas Kering Tanaman (g)

Pengamatan berat brangkas kering tanaman dilakukan pada akhir penelitian, yaitu 90 HSPT, dengan cara diovenkan menggunakan suhu 60°C selama 3 x 24 jam.

Hasil dan Pembahasan

Masa Inkubasi dan Intensitas Serangan Budok.

Gejala penyakit terlambat dijumpai pada isolat rizobakteri PS 4/5 (R3) dengan masa inkubasi selama 40,17 hari, yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan PS 5/6PK (R6), namun berbeda nyata dengan perlakuan jenis isolat rizobakteri lainnya (Tabel 2).

Lamanya masa inkubasi yang dibutuhkan patogen untuk menginfeksi tanaman disebabkan penggunaan rizobakteri yang sudah bersimbiosis secara mutualisme dengan tanaman yang dilindunginya. Kemampuan rizobakteri dalam menekan perkembangan patogen berkaitan dengan produksi senyawa metabolit sekunder, seperti enzim kitinase, yang efektif dalam mendegradasi kitin yang merupakan penyusun komponen dinding sel patogen (Khaeruni dan Rahman, 2012).

Tabel 2. Rata-rata masa inkubasi dan intensitas serangan penyakit budok akibat aplikasi biokontrol rizobakteria

Jenis Isolat Rizobakteri	Masa Inkubasi Penyakit (hari)	Intensitas Serangan Penyakit (%)
Kontrol (R ₀)	11,67 a*	41,31h*
CL 4/1 (R ₁)	21,33 bcde	22,96defg
KI 8/4 (R ₂)	27,00 fgh	13,14abcd
PS 4/5 (R ₃)	40,17 j	6,79a
PS 5/1 (R ₄)	16,83 ab	30,26fgh
PS 5/6C (R ₅)	17,67 bc	27,05efg
PS 5/6PK (R ₆)	38,00 ij	9,07ab
PS 6/3A (R ₇)	16,33 ab	31,44gh
PS 6/3C (R ₈)	29,50 gh	12,13abc
PS 6/4 (R ₉)	25,67 efg	16,23bcde
PS 6/5 (R ₁₀)	19,17 bcd	24,30defg
PS 8/1 (R ₁₁)	32,50 hi	10,79ab
PS 8/2 (R ₁₂)	21,50 cdef	21,15cdefg
PS 8/8PK (R ₁₃)	23,17 def	18,05bcdef
PS 8/12 (R ₁₄)	17,33 bc	28,32efgh

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DNMRT pada taraf nyata 5%. * data telah ditransformasi Arcsin $\sqrt{x}$. CL: Calang; KI: Krueng Itam; PS: Purwosari.

Perlakuan isolat rizobakteri indigenous terhadap intensitas serangan penyakit yang lebih rendah dijumpai pada perlakuan PS 4/5 (R3) dengan intensitas sebesar 6,79% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan KI 8/4 (R2), PS 5/6PK (R6), PS 6/3C (R8), PS 8/1 (R11), namun

berbeda nyata dengan perlakuan jenis isolat rizobakteri lainnya. Tanaman nilam yang mendapatkan perlakuan isolat rizobakteri memiliki intensitas serangan penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Sukanto *et al.*, 2014) bahwa perlakuan rizobakteri perakaran tanaman nilam menunjukkan intensitas penyakit yang lebih rendah dengan nilai 8,33%. Rendahnya serangan patogen *S. pogostemonis* pada perlakuan rizobakteri mengindikasikan bahwa pengaplikasian rizobakteri indigenous mampu menghambat perkembangan patogen. Perbedaan efektivitas rizobakteri terhadap perkembangan patogen melibatkan banyak mekanisme (Madyasari *et al.*, 2018).

Aktivitas Enzim Peroksidase. Enzim peroksidase merupakan kelompok PR-protein (Pathogenesis Related-protein) dari golongan PR-9 yang terakumulasi pada saat tanaman sakit atau sejenisnya, dan berhubungan dengan serangkaian Induced System Resistance (ISR). Elisma *et al.* (2019) melaporkan bahwa isolat rizobakteri yang menghasilkan senyawa peroksidase mampu menekan perkembangan patogen *Rigidosporus lignosus* Klotzsch. pada fase bibit tanaman pala.

Tabel 3. Pengaruh rizobakteri *indigenous* pada tanaman nilam terhadap aktivitas enzim peroksidase

Jenis isolat rizobakteri	Nilai peroksidase (U mg ⁻¹ protein)
Kontrol (R ₀)	0,61 a
CL 4/1 (R ₁)	1,21 cde
KI 8/4 (R ₂)	1,34 ef
PS 4/5 (R ₃)	1,41 f
PS 5/1 (R ₄)	1,11 c
PS 5/6C (R ₅)	1,30 ef
PS 5/6PK (R ₆)	1,22 cde
PS 6/3A (R ₇)	1,66 g
PS 6/3C (R ₈)	0,89 b
PS 6/4 (R ₉)	0,85 b
PS 6/5 (R ₁₀)	0,76 b
PS 8/1 (R ₁₁)	1,13 cd
PS 8/2 (R ₁₂)	1,28 def
PS 8/8PK (R ₁₃)	1,21 cde
PS 8/12 (R ₁₄)	1,21 cde

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DNMR pada taraf nyata 5%. CL: Calang; KI: Krueng Itam; PS: Purwosari.

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan isolat rizobakteri indigenous terhadap aktivitas enzim peroksidase yang terbaik dijumpai pada perlakuan PS 6/3A (R₇) dengan nilai absorbansi sebesar 1,66 U ml⁻¹ protein yang berbeda nyata dengan perlakuan jenis isolat rizobakteri lainnya. Keberadaan enzim peroksidase yang bersifat antimikroba diatur oleh adanya asam jasmonat dan etilen yang diaktifkan oleh mikroorganisme yang bersifat saprofit, seperti rizobakteri. Peroksidase berperan sebagai pengkatalisis akhir dalam pembentukan lignin dan fenol lain yang berhubungan dengan penguatan dinding sel (Agustiansyah *et al.*, 2013).

Berat Brangkas Basah dan Berat Brangkas Kering

Perlakuan isolat rizobakteri indigenous terbaik terhadap peubah berat brangkas basah dijumpai pada perlakuan isolat rizobakteri PS 4/5 (R₃) dengan berat 113,33 g yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan CL 4/1 (R₁), KI 8/4 (R₂), PS 5/6PK (R₆), PS 6/3C (R₈), PS 6/4 (R₉), PS 8/1 (R₁₁), PS 8/2 (R₁₂), dan PS 8/8PK (R₁₃), namun berbeda nyata dengan perlakuan isolat rizobakteri lainnya (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata berat brangkas basah dan berat brangkas kering dengan perlakuan isolat rizobakteri *indigenous*

Jenis isolat rizobakteri	Berat Brangkas Basah (g)	Berat Brangkas Kering (g)
Kontrol (R ₀)	40,83 a	4,72 a
CL 4/1 (R ₁)	76,67 abcde	12,01 bcdef
KI 8/4 (R ₂)	96,67 de	14,60 ef
PS 4/5 (R ₃)	113,33 e	16,70 f
PS 5/1 (R ₄)	51,67 ab	8,47 abcd
PS 5/6C (R ₅)	67,50 abcd	9,49 abcde
PS 5/6PK (R ₆)	101,67 de	15,44 ef
PS 6/3A (R ₇)	51,67 ab	6,94 ab
PS 6/3C (R ₈)	83,33 bcde	13,06 cdef
PS 6/4 (R ₉)	95,00 cde	13,51 cdef
PS 6/5 (R ₁₀)	62,50 abcd	9,78 abcde
PS 8/1 (R ₁₁)	96,67 de	14,11 def
PS 8/2 (R ₁₂)	85,83 bcde	11,23 bcdef
PS 8/8PK (R ₁₃)	95,83 cde	13,85 cdef
PS 8/12 (R ₁₄)	55,00 abc	8,23 abc

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DNMR pada taraf nyata 5%. CL: Calang; KI: Krueng Itam; PS: Purwosari.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Anggraini (2020), bahwa introduksi rizobakteri berpengaruh nyata terhadap penambahan berat basah tajuk tanaman mentimun sebesar 85,982 – 124,03 g. Besarnya nilai berat brangkasan basah menunjukkan kemampuan tanaman memberi respons yang baik dalam menginduksi ketahanan sistemik akibat pemberian rizobakteri. Aktivitas rizobakteri di dalam tanah pada daerah rizosfer tanaman sangat berperan dalam menyediakan unsur hara sebagai penyedia nutrisi bagi tanaman. Hasil analisis kimia tanah pada media tanam yang digunakan adalah C organik 1,65%, KTK 31,1 me/100 g, dengan fraksi tekstur pasir : debu : liat 58,2 : 16,4 : 25,4 yaitu kelas G atau lempung liat berpasir (data dari Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala). Menurut Husnihad et al. (2017), bahwa akar menentukan kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara dan air, sehingga mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman. Keberadaan unsur hara N, P, dan K yang optimal mampu meningkatkan bobot segar tanaman nilam sehingga menghasilkan produksi dan kadar minyak nilam yang tinggi (Djazuli, 2013).

Organ utama pada tanaman yang menyerap radiasi matahari lebih banyak yaitu pada bagian daun. Semakin optimal kerja fotosintesis maka semakin tinggi nilai berat kering. Tanaman nilam yang memiliki berat kering yang rendah menyebabkan turunnya minyak nilam yang diperoleh dari hasil penyulingan. Tanaman nilam yang terinfeksi patogen *S. pogostemonis* mengalami penekanan pertumbuhan tanaman, sehingga nilai kadar minyak nilam menjadi rendah dan kehilangan produksi minyak mencapai 50% jika dibandingkan dengan tanaman sehat (Nurmansyah, 2011).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan isolat rizobakteri indigenous sebagai agen biokontrol berpengaruh sangat nyata terhadap masa inkubasi penyakit, aktivitas enzim peroksidase, intensitas serangan penyakit, berat brangkasan basah, dan berat brangkasan kering. Isolat rizobakteri PS 4/5 dan 5/6PK merupakan perlakuan terbaik sebagai agens biokontrol terhadap patogen *S. pogostemonis* penyebab penyakit budok pada

tanaman nilam berdasarkan peubah masa inkubasi penyakit, intensitas serangan penyakit, berat brangkasan segar, dan berat brangkasan kering. Hasil uji aktivitas enzim peroksidase didapatkan aktivitas tertinggi pada tanaman nilam yang diberi perlakuan isolat rizobakteri PS 6/3A dengan nilai absorban sebesar 1,66 U mg⁻¹.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Rektor dan Ketua LPPM Universitas Syiah Kuala yang telah memberikan dana penelitian melalui Hibah Lektor Kepala PNPB Tahun 2021

Daftar Pustaka

- Agustiansyah, S. Ilyas, Sudarsono, dan M. Machmud. 2013. Karakterisasi rizobakteri yang berpotensi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. J. HPT Tropika, 13(1): 42–51.
- Anggraini, S. 2020. Potensi rizobakteri sebagai biofertilizer dalam memacu pertumbuhan mentimun (*Cucumis sativus* L.). Jurnal Agrohita, 5(2): 155–167.
- Apine, O.A. and J.P. Jadhav. 2011. Optimization of medium for indole-3-acetic acid production using *Pantoea agglomerans* strain PVM. Journal of Applied Microbiology, 110(5): 1235–1244. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2011.04976.x>
- Arwiyanto, T., R. Asfanudin, A. Wibowo, T. Martoredjo, dan G. Dalmadiyo. 2007. Penggunaan *Bacillus* isolat lokal untuk menekan penyakit lincat tembakau temanggung. Berkala Penelitian Hayati, 13: 79–84.
- Baffoni, L., F. Gaggia, N. Dalanaj, A. Prodi, P. Nipoti, A. Pisi, B. Biavati, and D.D. Gioia. 2015. Microbial inoculants for the biocontrol of *Fusarium* spp. in durum wheat. BMC Microbiology, 15(1): 8–10. <https://doi.org/10.1186/s12866-015-0573-7>
- Bai, Y., B. Pan, T.C. Charles, and D.L. Smith. 2002. Coinoculation dose and root zone temperature for plant growth promoting rhizobacteria on soybean [*Glycine max* (L.) Merr] grown in soil-less media. Soil Biol. Biochem. 34: 1953–1957
- Chakrapani, K.V., P. Kumar, and A.R. Rani. 2013. Review article phytochemical, pharma-

- cological importance of patchouli. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 21(2): 7-15.
- Djazuli, M. 2013. Pengaruh pemupukan kompos limbah nilam dan NPK terhadap pertumbuhan dan produksi nilam. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 24(2): 87-92.
- Elsima, A., R.S. Ferniah, dan H.P. Kusumaningrum. 2019. Ekspresi gen penyandi peroksidase cabai merah (*Capsicum annuum* L.) sebagai respons terhadap fusarium oxysporum. *J. Akademika Biologi*, 8(2): 30-35.
- Ghorbanpour, M., M. Omidvari, P. Abbaszadeh-Dahaji, R. Omidvar, and K. Kariman. 2018. Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. *Biological Control*, 117: 147-157. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.11.006>
- Husnihudha, M.I., R. Sarwiti, Y.E. Susilowati. 2017. Respon pertumbuhan dan hasil kubis ubnga (*Brassica oleracea* var. botrytis, L.) pada pemberian PGPR akar bambu dan komposisi media tanam. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika*, 2(1): 13-16.
- Iturritxa, E., T. Trask, N. Mesanza, R. Raposo, M. Elvira-Recuenco, and C.L. Patten. 2017. Biocontrol of *Fusarium circinatum* infection of young *Pinus radiata* Trees. *Forests*, 8(2): 1-12. <https://doi.org/10.3390/f8020032>
- Karthick, M., C. Gopalakrishnan, E. Rajeswari, V.K. Pandi. 2017. In vitro efficacy of *Bacillus* spp. against *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceri, the causal agent of fusarium wilt of chickpea. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(11): 2751-2756. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.611.325>
- Khaeruni, A. dan A. Rahman. 2012. Penggunaan bakteri kitinolitik sebagai agens biokontrol penyakit busuk batang oleh *Rhizoctonia solani* pada tanaman kedelai. *J. Fitopatologi*, 8(2): 37-43.
- Komang, M., K. Khamilhi, dan A.G. Ngurah. 2013. Uji efektivitas rizobakteri sebagai agen antagonis terhadap *Fusarium oxysporum* F.Sp. capsici penyebab penyakit layu *Fusarium* pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, 2(3): 145-154.
- Kusnanta, M.A. 2005. Identifikasi dan pengendalian penyakit karat palsu pada tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) dengan fungisida. [Tesis]. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, Indonesia.
- Madyasari, I., C. Budiman, D. Manohara, dan S. Ilyas. 2018. Efektivitas seed coating dan biopriming dengan rizobakteri dalam mempertahankan viabilitas benih cabai dan rizobakteri selama penyimpanan. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 8(3): 192. <https://doi.org/10.29244/jhi.8.3.192-202>
- Nurmansyah. 2011. Pengaruh penyakit budok terhadap produksi tanaman nilam. *B. Littro*, 22(1): 65-73.
- Pushpavathi, Y., S.N. Dash. 2017. Use of biocontrol agents: a potential alternative to fungicides for *Fusarium* wilt management of banana. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(7): 651-655. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.607.079>
- Rahardjo, I. dan S. Suhardi. 2008. Insidensi dan intensitas serangan penyakit karat putih pada beberapa klon krisan. *J. Hortikultura*, 18(3): 136764. <https://doi.org/10.21082/jhort.v18n3.2008.p>
- Sukanto, M. Syakir, dan M. Djazuli. 2014. Pengendalian penyakit budok pada tanaman nilam dengan agensia hayati dan pembenah tanah. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik*, 3: 321-328.
- Sumardiyono, C., S. Hartono, Nasrun, dan Sukanto. 2013. Pengendalian penyakit budok dengan fungisida dan deteksi residu pada daun nilam. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9 (3): 89-94.
- Vidhyasekaran, P., N. Kamala, A. Ramanathan, K. Rajappan, V. Paranidharan, R. Velazhahan. 2001. Induction of systemic resistance by *Pseudomonas fluorescens* Pf1 against *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in rice leaves. *Phytoparasitica*, 29(2): 155-166. <https://doi.org/10.1007/BF02983959>
- Wahyuno, D. 2015. Pengelolaan perbenihan nilam untuk mencegah penyebaran penyakit budok (*Synchytrium pogostemonis*). *Perspektif: Review Penelitian Tanaman Industri*, 9(1): 1-11. <https://doi.org/10.21082/p.v9n1.2010>
- Wahyuno, D. dan Sukanto. 2013. Identifikasi dan karakterisasi *Sclerotium rolfsii* Sacc. penyebab penyakit busuk batang nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Jurnal Bul.Littro*, 24(1): 35-41.
- Yuliyanti, T., S.Y. Hartati, dan R. Indrayanti. 2017. Uji ketahanan nilam terhadap *Synchytrium pogostemonis* penyebab penyakit budok dan potensi pengendaliannya dengan pestisida nabati. *Bioma*, 13(2): 31-40. [https://doi.org/10.21009/bioma13\(2\).5](https://doi.org/10.21009/bioma13(2).5)

Hawari · B. Pujiasmanto · E. Triharyanto

Morfologi dan kandungan flavonoid total bunga telang di berbagai ketinggian tempat tumbuh berbeda

Sari. Bunga telang (*Clitoria ternatea* L) merupakan salah satu tanaman leguminoceae yang memiliki manfaat farmakologis, namun sebagian besar pemanenannya berasal dari alam dan belum dibudidayakan secara luas. Oleh karena itu, perlu diadakan suatu penelitian spesifik terkait morfologi dan kandungan flavonoid bunga telang untuk dijadikan tanaman budidaya serta mengkaji kesesuaian lingkungan untuk budidayanya. Tujuan riset ini untuk mengkaji karakter morfologi dan kandungan flavonoid bunga telang di berbagai ketinggian. Survei dilaksanakan di lokasi berbeda, yaitu dataran rendah (Karangasem, Jeyengan, dan Purwosari) dan dataran tinggi Ngargoyoso, mulai bulan Februari sampai April 2021. Lokasi survei dipilih dengan metode acak memihak (*purpose random sampling*) melalui pendekatan pra-survei dimana tumbuhan tersebut bisa ditemukan. Pengujian kadar flavonoid dilakukan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional, Tawangmangu. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan morfologi bunga telang di dataran rendah dan dataran tinggi. Karakteristik morfologi yang berbeda terletak pada panjang dan lebar daun, bentuk daun, panjang polong, dan jumlah biji per polong. Kandungan flavonoid tertinggi adalah di dataran rendah Karangasem sebesar 0,493%, diikuti oleh dataran tinggi Ngargoyoso sebesar 0,458%, Purwosari 0,351%, dan Jeyengan 0,297%. Pertumbuhan dan kandungan flavonoid bunga telang dipengaruhi oleh jenis tanah, kesuburan tanah, serta iklim di habitatnya. Jenis tanah di dataran rendah adalah alluvial dengan pH 6,59, suhu udara berkisar 26,89 – 28,22 °C, kelembaban udara 61,33 – 72,22%, dan intensitas cahaya berkisar 1537,63 – 1773,50 lux, sedangkan jenis tanah di dataran tinggi adalah andosol dengan pH 7,99, suhu udara 24,88 °C, kelembaban udara 80,38% dan intensitas cahaya 591,63 lux.

Kata kunci: *Clitoria ternatea* · Flavonoid · Ketinggian tempat · Morfologi.

Morphology and total flavonoid content of butterfly pea at various altitudes of growing location

Abstract. Butterfly pea (*Clitoria ternatea* L) is one of the leguminous plants that have pharmacological benefits, but most of its harvest comes from nature and has not been widely cultivated. Therefore, it is necessary to conduct a specific study related to the morphology and flavonoid content of butterfly pea to be used as a cultivated plant and assessing the suitability of the environment for its cultivation. The purpose of this research was to study the morphological character and the content of flavonoids of butterfly pea at various altitudes. The survey was carried out in different altitude of growing location, i.e., the lowlands (Karangasem, Jeyengan, and Purwosari) and the highland (Ngargoyoso), from February to April 2021. Survey locations were selected using a purpose random sampling method through a pre-survey approach where the plants could be found. Tests for flavonoid levels were carried out at the Tawangmangu Center for Research and Development of Medicinal Plants and Traditional Medicines. The results showed that there were differences in the morphology of the butterfly pea in the lowlands and highlands. Different morphological characteristics were observed in term of the length and width of the leaves, leaf shape, pod length, and the number of seeds per pod. The highest flavonoid content was found in the Karangasem for about 0.493% followed by the Ngargoyoso, Purwosari, and Jeyengan for about 0.458%, 0.351%, and 0.297%, respectively. The growth and flavonoid content of butterfly pea is influenced by soil type, soil fertility, and climate in their habitat. The lowlands had an alluvial soil type with a pH of 6.59, air temperature ranging from 26.89-28.22 °C, air humidity 61.33-72.22% and light intensity ranging from 1537.63-1773.50 lux. Meanwhile, the highland had an andosol soil type with a pH of 7.99, air temperature of 24.88 °C, humidity of 80.38% and light intensity of 591.63 lux.

Keywords: *Clitoria ternatea* · Flavonoid · Altitude · Morphology

Diterima : 2 November 2021, Disetujui : 9 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022

DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.36327](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.36327)

Hawari¹ · B. Pujiasmanto¹ · E. Triharyanto¹

¹Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir Sutami No.36A, Jebres, Surakarta 57126

Korespondensi: hawarinew3@gmail.com

Pendahuluan

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) merupakan salah satu tanaman leguminosae yang berasal dari Asia Tropis dan sekarang penyebarannya telah sampai Amerika Selatan (Dalimartha, 2008), Amerika Utara, Brazil Pasifik Utara, dan Afrika (United States Departement of Agriculture, 2020). Daerah penyebarannya di Indonesia adalah di Jawa, Sumatera, Maluku, dan Sulawesi (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 2020).

Bunga telang biasanya dimanfaatkan sebagai obat mata, pengencer dahak bagi penderita asma, atau pewarna makanan, namun juga memiliki manfaat farmakologis sebagai antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, antiparasit, antidiabetes, dan antikanker (Mukherjee *et al.*, 2008; Kusuma, 2019). Kandungan bunga telang diantaranya adalah tanin, saponin, fenol, triterpenoid, alkaloid, flobatanin, dan flavonoid. Kandungan flavonoid bunga telang merupakan senyawa metabolit sekunder yang berkhasiat sebagai antioksidan (Budiasih, 2017; Manjula *et al.*, 2013; Ponnusamy *et al.*, 2015).

Bunga telang dapat tumbuh di ketinggian tempat antara 1 – 1800 m di atas permukaan laut (dpl) dengan berbagai jenis tanah (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 2020; Heuzé *et al.*, 2016), termasuk tanah berpasir dan tanah liat merah dengan pH tanah 5,5 – 8,9. Iklim yang dibutuhkan bunga telang diantaranya adalah suhu 19 – 28 °C dan curah hujan rata-rata 2000 mm/tahun (Cook *et al.*, 2005). Kondisi lingkungan lain, seperti ketinggian tempat, dapat mempengaruhi morfologi tumbuhan. Menurut Widiya *et al.* (2019), morfologi tanaman jahe, sambiloto (Damayanti, 2010) dan tanaman kepel (Sari, 2012) berbeda pada ketinggian tempat yang berbeda karena dipengaruhi oleh faktor lingkungan, termasuk suhu dan kelembaban.

Ketinggian tempat dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Evans, 2009; Sholekah, 2017). Hasil percobaan Sholekah (2017) membuktikan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman karika (*Cairica pubescens*) dipengaruhi oleh ketinggian tempat, akibatnya serangkaian proses metabolisme dan senyawa yang dihasilkan tanaman berbeda, dalam hal ini adalah kandungan flavonoid. Kandungan flavonoid

setiap tanaman dapat berbeda, tergantung spesies tumbuhan, organ, tahap pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Debeaujon *et al.*, 2001), tentunya juga akan berbeda pada setiap ketinggian tempat (Sholekah, 2017). Percobaan lain pada tanaman lengkuas (*Alpinia galanga*) membuktikan bahwa kandungan flavonoid tertinggi pada tanaman yang berasal dari dataran rendah, hal ini berkaitan erat dengan suhu. Suhu di dataran rendah lebih tinggi sehingga kelembaban udara relatif berkurang, terutama di siang hari (Lallo *et al.*, 2019). Kandungan flavonoid tanaman juga dapat dipengaruhi oleh kandungan hara tanah. Hasil penelitian Salim *et al.* (2016) bahwa kandungan flavonoid tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr) banyak terbentuk pada daerah dengan kandungan kalsium yang tinggi.

Pemanenan bunga telang sebagian besar masih berasal dari alam dan belum dibudidayakan secara luas (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 2020), oleh karena itu perlu diadakan riset terkait morfologi dan kandungan flavonoid bunga telang untuk dijadikan tanaman budidaya. Tujuan riset ini untuk mengkaji karakter morfologi dan kandungan metabolit sekunder (flavonoid) bunga telang di berbagai ketinggian tempat, yaitu di dataran rendah Purwosari, Jeyengan, Karangasem dan dataran tinggi Ngargoyoso.

Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan adalah tanaman bunga telang, vegetasi sekitar tanaman, dan tanah pada masing-masing petak sampel. Alat yang digunakan adalah buku kunci determinasi (*descriptor*), kotak spesimen, Altimeter, kompas, *Hand counter*, mistar, tali, Luxmeter, *Thermohygrometer*, *Soil Moisture Tester*, dan GPS.

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan cara survei. Lokasi survei dipilih dengan metode acak memihak (*purpose random sampling*) melalui pendekatan pra-survei dimana tanaman tersebut ditemukan, yaitu dataran rendah Purwosari dengan ketinggian 94 m dpl, Jeyengan 127 m dpl, dan Karangasem dengan ketinggian 166 m dpl dengan jenis tanah aluvial (Pemerintah Kota Surakarta, 2016), sedangkan dataran tinggi di Ngargoyoso pada ketinggian 918 m dpl dengan jenis tanah andosol (Badan Pusat Statistik, 2019). Penelitian dilakukan bulan Februari sampai April 2021.

Tatalaksana Penelitian

- Melakukan pra survei untuk memastikan keberadaan tumbuhan bunga telang pada habitat yang berbeda untuk dijadikan penelitian serta mengamati keadaan geografis tempat tersebut.
- Mengidentifikasi tumbuhan dengan cara membandingkan ciri morfologi antara tumbuhan contoh (*spesimen*) dengan kunci determinasi (*descriptor*).
- mengevaluasi keberadaan bunga telang apakah masih banyak dijumpai atau langka. Hal ini dapat diketahui dari jumlah individu di tiap komunitas.
- Mengukur iklim mikro selama kurang lebih satu bulan dengan frekuensi 8 kali pengamatan, disertakan data dari BPS mengenai informasi jenis tanah dan curah hujan dalam 10 tahun terakhir.

Variabel Pengamatan

- Morfologi tumbuhan. Pengamatan dilakukan secara deskriptif di lokasi penelitian, yaitu: akar meliputi sistem perakaran dan warna akar; batang meliputi bentuk batang, bentuk percabangan, dan warna batang; daun meliputi bentuk daun, panjang daun, dan lebar daun; bunga meliputi bentuk bunga dan warna bunga; buah/polong meliputi bentuk polong, ukuran polong, dan warna polong.
- Pengamatan agroklimatologi dan analisis kimia tanah. Pengamatan agroklimatologi meliputi suhu udara, kelembaban udara, suhu tanah, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya. Masing-masing pengamatan dilakukan sebanyak delapan kali. Pengamatan kimia tanah meliputi pH, C-organik, bahan organik, N total, P tersedia, K-dd, dan kadar air.

Analisis Flavonoid. Pengujian kadar flavonoid dilaksanakan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional Tawangmangu (B2P2TOOT) pada bulan Mei 2021. Bahan yang digunakan yaitu bunga telang, bahan pembanding kuersetin, etanol, aquades, metanol PA, dan AlCl_3 10%. Alat yang digunakan adalah oven, grinder, spektrofotometer UV-Vis, kuvet, timbangan, ultrasonic chamber, dan botol sampel.

Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan adalah ketinggian tempat, yang terdiri dari taraf dataran rendah dan dataran tinggi. Data dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) pada taraf nyata 5%, apabila berbeda nyata diuji lanjut BNT pada taraf nyata 5%.

Langkah-langkah pengujian flavonoid total menggunakan metode Alumunium chloride colorimetric dari Chang *et al.* (2002) dengan beberapa modifikasi tahapan dari B2P2TOOT sebagai berikut:

- Pembuatan kurva regresi
Menimbang 10 mg baku kuersetin ditambah 100 mL metanol PA dan disonifikasi selama 15 menit larutan baku 100 ppm, kemudian membuat kadar baku 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Mengambil kadar baku masing-masing 2 mL ditambah 1 mL AlCl_3 dan 2 mL aquades dan diinkubasi selama 30 menit. Absorbansi ditentukan menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 415 nm.
- Penetapan kadar flavonoid total
Menimbang 100 mg sampel ditambahkan 10 mL etanol PA, kemudian diekstraksi dengan ultrasonik chamber selama 15 menit dan diendapkan selama satu malam. Sebanyak 5 mL filtrat lalu diambil dan diuapkan dalam oven bersuhu 60 °C, kemudian ditambahkan 5 mL metanol PA dan disonifikasi selama 15 menit serta diendapkan selama satu malam. Setelah itu, 2 mL filtrat ditambah 1 mL larutan AlCl_3 dan 2 mL aquades diinkubasi selama 30 menit. Absorbansi dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 415 nm.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Agroklimatologi Tempat Tumbuh Bunga Telang. Tabel 1 menunjukkan bahwa tanaman bunga telang dapat tumbuh pada ketinggian tempat 94 m dpl – 918 m dpl, suhu tanah 25,75 – 28,56 °C, kelembaban tanah 76,56% – 86,75 %, suhu udara 24,88 °C – 28,22 °C, kelembaban udara 61,33% – 80,38%, dan intensitas cahaya berkisar 591,63 – 1773,50 lux.

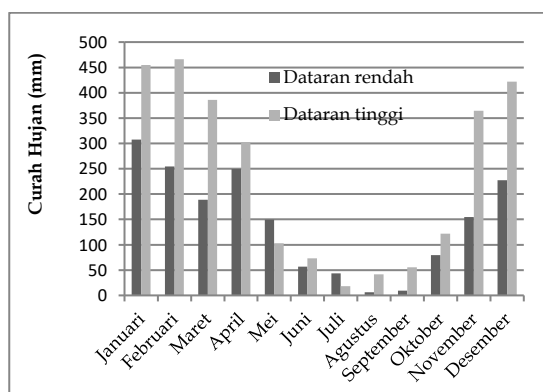
Tabel 1. Agroklimatologi tempat tumbuh bunga telang

Agroklimatologi	Lokasi			
	Dataran rendah		Dataran tinggi	
	Purwosari	Jeyengan	Karangasem	Ngargoyoso
Ketinggian tempat (m dpl)	94	127	166	918
Suhu tanah (°C)	27,89	28,56	26,78	25,75
Kelembaban tanah (%)	79,44	76,56	80,11	86,75
Suhu udara (°C)	28,22	28,00	26,89	24,88
Kelembaban udara (%)	71,89	72,22	61,33	80,38
Intensitas cahaya (lux)	1773,50	1643,86	1537,63	591,63

Keterangan: Data berdasarkan pengukuran di setiap petak pengamatan.

Suhu tanah menunjukkan derajat atau tingkat aktivitas molekuler (Hanafiah, 2012). Tinggi rendahnya suhu tanah dipengaruhi oleh faktor luar yang meliputi intensitas cahaya, kelembaban udara, dan curah hujan, sedangkan faktor dalam meliputi pH, struktur tanah, bahan organik, warna tanah dan kadar air (Ardhana, 2012).

Intensitas cahaya di dataran rendah rata-rata lebih tinggi dibandingkan dataran tinggi. Sejalan dengan pernyataan Sinaga *et al.* (2015), bahwa semakin tinggi tempat maka kelembaban semakin tinggi dan suhu semakin rendah, sementara ketinggian tempat yang berbeda akan mempengaruhi distribusi cahaya yang ada. Semakin tinggi ketinggian tempat maka intensitas cahaya yang sampai ke permukaan akan semakin kecil (Istiawan and Kastono, 2019). Intensitas cahaya juga dipengaruhi oleh penutupan tajuk oleh tanaman dan waktu pengukuran yang berbeda (Wijayanto dan Nurunnajah, 2012).



Gambar 1. Grafik curah hujan per bulan tahun 2011-2020

Gambar 1 menunjukkan curah hujan di dataran tinggi lebih tinggi dibandingkan

dataran rendah. Sejalan dengan pernyataan Kartasapoetra (2008), bahwa kondisi ini dipengaruhi oleh keadaan geografis, topografis, dan orografis, sehingga antara daerah satu dengan daerah lain memiliki pola sebaran curah hujan yang berbeda. Menurut Swarinoto dan Sugiyono (2011) serta Marni dan Jumarang (2016), bahwa curah hujan sangat dipengaruhi oleh faktor suhu dan kelembaban udara. Kelembaban udara yang tinggi memberikan petunjuk langsung bahwa udara mengandung uap air yang banyak dan pada akhirnya dapat jatuh ke bumi diantaranya sebagai hujan (Swarinoto dan Sugiyono, 2011).

Tabel 2 menunjukkan bahwa tanaman bunga telang dapat tumbuh pada pH netral sampai agak alkalis, C-organik sedang, bahan organik tinggi, kandungan N sedang, P rendah dan K sedang. Bunga telang dapat tumbuh di dataran rendah dengan jenis tanah aluvial dan dataran tinggi dengan jenis tanah andosol. Sejalan dengan pernyataan Cook *et al.* (2005) bahwa bunga telang dapat beradaptasi pada berbagai jenis tanah mulai dari pasir hingga tanah liat berat, pada tingkat kesuburan sedang, dan pH sekitar 6,5 – 8,0. Menurut Subardja *et al.* (2014), tanah aluvial termasuk tanah tanpa perkembangan yang terbentuk dari bahan endapan muda (aluvium) yang mempunyai horizon penciri A okrik, sementara tekstur lebih halus dari pasir berlempung dengan kedalaman 25 – 100 cm. Jenis tanah andosol memiliki horizon A molik atau umbrik diatas horizon B kambik, dengan kedalaman ≥ 35 cm. Salah satu manfaat tanah aluvial adalah dapat mempermudah proses irigasi pada lahan pertanian (Haryanta *et al.* 2017), sementara tanah andosol dikenal sebagai tanah yang paling subur sehingga sangat sesuai untuk lahan pertanian, terutama untuk tanaman sayuran dan tanaman tahunan (Sukarman dan Dariah, 2014).

Tabel 2. karakteristik kimia tanah tempat tumbuh bunga telang

Kimia Tanah	Lokasi			
	Dataran rendah	Nilai	Dataran tinggi	Nilai
pH	6,59	Netral	7,99	Agak alkalis
C-organik (%)	2,73	Sedang	2,88	Sedang
Bahan organik (%)	4,70	Tinggi	4,82	Tinggi
N total (%)	0,31	Sedang	0,22	Sedang
P tersedia (ppm)	6,89	Rendah	6,47	Rendah
Kdd (me %)	0,32	Sedang	0,36	Sedang
Kadar air (%)	3,05		5,14	
Jenis tanah	Aluvial		Andosol	

Keterangan: Kriteria penilaian berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009).

Tabel 3. Ciri morfologi bunga telang di berbagai ketinggian tempat berbeda

Variabel	Dataran Rendah			Dataran Tinggi
Pengamatan	Purwosari	Jeyengan	Karangasem	Ngargoyoso
1. Batang				
a. Bentuk Batang	Bulat dan berkayu	Bulat dan berkayu	Bulat dan berkayu	Bulat dan berkayu
b. Warna Batang	Batang muda hijau & tua cokelat	Batang muda hijau & tua cokelat	Batang muda hijau & tua cokelat	Batang muda hijau & tua cokelat
c. Bentuk Percabangan	Berselang seling	Berselang seling	Berselang seling	Berselang seling
2. Daun				
a. Bentuk Daun	Bulat telur, ujung dan pangkal membulat	Bulat telur, ujung meruncing, pangkal membulat	Bulat telur, ujung meruncing, pangkal membulat	Bulat telur, ujung dan pangkal meruncing
b. Panjang Daun (cm)	3,4 - 5,0	3,3 - 4,3	3,4 - 4,8	4 - 5,8
c. Lebar Daun (cm)	2,5 - 3,4	2,2 - 3,3	2,6 - 4,1	2,4 - 3
3. Akar				
a. Sistem Perakaran	Tunggang	Tunggang	Tunggang	Tunggang
b. Warna Akar	Putih kekuningan	Putih kekuningan	Putih kekuningan	Putih kekuningan
4. Bunga				
a. Bentuk Bunga	Tunggal, diketiak daun, kelopak bulat telur berjumlah 2 berhadapan, benang sari 10, kepala sari memanjang warna putih, kepala putik 1 berwarna putih, mahkota 3 buah dengan pangkal berlekatan	Tunggal, diketiak daun, kelopak bulat telur berjumlah 2 berhadapan, benang sari 10, kepala sari memanjang warna putih, kepala putik 1 berwarna putih, mahkota 3 buah dengan pangkal berlekatan	Tunggal, diketiak daun, kelopak bulat telur berjumlah 2 berhadapan, benang sari 10, kepala sari memanjang warna putih, kepala putik 1 berwarna putih, mahkota 3 buah dengan pangkal berlekatan	Tunggal, diketiak daun, kelopak bulat telur berjumlah 2 berhadapan, benang sari 10, kepala sari memanjang warna putih, kepala putik 1 berwarna putih, mahkota 3 buah dengan pangkal berlekatan
b. Warna Bunga	Dalam: putih kekuningan, luar: biru tua	Dalam: putih kekuningan, luar: biru tua	Dalam: putih kekuningan, luar: biru tua	Dalam: putih kekuningan, luar: biru tua
5. Buah				
a. Bentuk Buah/polong	Panjang dengan ujung meruncing	Panjang dengan ujung meruncing	Panjang dengan ujung meruncing	Panjang dengan ujung meruncing
b. Panjang Buah/polong	8,1 - 9,8 cm	8,2 - 10,3 cm	8,2-10	9,7 - 12 cm
c. Jumlah Biji Per Buah	8 - 9 biji	8 - 11 biji	9 -10 biji	8 - 13 biji
d. Warna Buah/polong	Muda: hijau, Tua: coklat berbercak hitam	Muda: hijau, Tua: coklat berbercak hitam	Muda: hijau, Tua: coklat berbercak hitam	Muda: hijau, Tua: coklat berbercak hitam

Sumber: Data Primer

Morfologi Bunga Telang. Hasil survei mengungkapkan bahwa tanaman bunga telang lebih banyak ditemukan di dataran rendah dibandingkan dataran tinggi. Bunga telang yang ditemukan sebagian besar telah dewasa. Berikut ciri-ciri morfologi *C. ternatea* di berbagai habitat dapat dilihat pada Tabel 3.

Secara morfologis tanaman bunga telang tidak memiliki perbedaan yang mencolok pada akar, batang, dan bunga. Secara umum bentuk akar dan batang di dataran rendah dan dataran tinggi memiliki persamaan, yaitu akar tunggang berwarna putih kekuningan, batang berbentuk bulat dan berkayu, batang berwarna hijau pada saat masih muda dan cokelat ketika tua. Morfologi bunga di dataran rendah dan dataran tinggi sama-sama memiliki 3 buah mahkota berwarna biru tua dengan 10 kepala sari dan satu putik.

Perbedaan morfologi bunga telang yang dapat diamati yaitu bentuk daun, ukuran daun, polong, dan biji. Bentuk daun bunga telang di dataran rendah yaitu bulat telur dengan ujung dan pangkal daun membulat, sementara di dataran tinggi bentuk daun bulat telur dengan ujung dan pangkal meruncing.

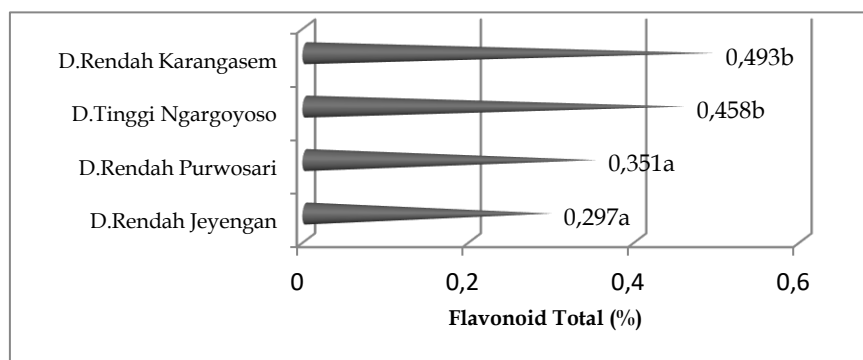
Ukuran daun di dataran rendah lebih pendek dan lebih lebar dibandingkan dengan dataran tinggi yang lebih panjang dan lebih sempit. Hasil penelitian Muslim dan Subositi (2020) mengungkapkan bahwa tanaman daun duduk atau *Desmodium triquetrum* yang ditanam di dataran rendah memiliki suhu udara yang lebih tinggi, sehingga berpengaruh terhadap keseimbangan hormon tumbuhan seperti auksin, sitokinin, dan giberelin yang menyebabkan aktivitas metabolisme tanaman meningkat, sehingga mendukung pertumbuhan daun yang akhirnya meningkatkan jumlah dan bobot daun. Selain faktor lingkungan, morfologi suatu tanaman juga dipengaruhi oleh faktor genetik. Menurut

Sufardi (2020) dan Wang *et al.* (2019), faktor genetik dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, yaitu pada proses fisiologis yang pada akhirnya dapat mempengaruhi morfologi tanaman.

Ukuran polong bunga telang di dataran rendah lebih pendek dan agak pipih, sedangkan di dataran tinggi lebih panjang dan lebih padat atau berisi. Ukuran biji bunga telang di dataran tinggi lebih besar dibandingkan dataran rendah. Hasil penelitian Qadry *et al.* (2017), bahwa mutu fisik kopi Arabika Gayo dipengaruhi ketinggian tempat penanaman, semakin tinggi tempat penanaman maka semakin baik ukuran biji kopi yang dihasilkan. Sejalan dengan hasil penelitian Supriadi *et al.* (2016), bahwa peningkatan mutu fisik kopi arabika yaitu biji normal dan bobot 100 biji sejalan dengan peningkatan ketinggian tempat penanaman.

Keterkaitan morfologi bunga telang dengan faktor lingkungan dapat diketahui melalui perbedaan ukuran daun, dimana dataran rendah yang memiliki intensitas cahaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan dataran tinggi sehingga proses fotosintesis di dataran rendah lebih optimal dibandingkan di dataran tinggi yang pada akhirnya berpengaruh terhadap morfologi tanaman.

Kandungan Flavonoid Total Bunga Telang (%). Gambar 2 menunjukkan bahwa kandungan flavonoid di dataran rendah Purwosari berbeda tidak nyata dengan dataran rendah Jeyengan, namun berbeda nyata dengan dataran rendah Karangasem dan dataran tinggi Ngargoyoso, selanjutnya dataran rendah Karangasem berbeda tidak nyata dengan dataran tinggi Ngargoyoso. Kandungan flavonoid tertinggi adalah di dataran rendah Karangasem yaitu 0,493%, diikuti oleh dataran tinggi Ngargoyoso 0,458%, Purwosari 0,351%, dan Jeyengan 0,297%.



Gambar 2. Kandungan flavonoid total (%) pada berbagai habitat

Faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, pH, dan ketinggian tempat dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Evans, 2009); (Sholekah, 2017). Hasil penelitian Hadiyanti *et al.* (2018), ketinggian tempat mempengaruhi kandungan flavonoid *Physalis* spp, dimana kandungan flavonoid di dataran rendah lebih tinggi dibandingkan dataran tinggi. Derajat keasaman tanah juga mempengaruhi kandungan metabolit sekunder. Tanah pada dataran rendah termasuk kategori normal dibandingkan dataran tinggi. Sejalan dengan hasil penelitian Hadiyanti *et al.* (2018) bahwa tanah di dataran rendah dengan pH agak masam (5,8) memiliki kandungan flavonoid tertinggi dibandingkan dengan dataran lainnya.

Gambar 2 menunjukkan bahwa dataran tinggi Ngargoyoso lebih tinggi dibandingkan dataran rendah Jeyengan dan Purwosari. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Safrina dan Priyambodo (2018) bahwa kandungan flavonoid tertinggi pada tanaman sambang colok atau *Iresine herbstii* berasal dari dataran tinggi. Diperkuat hasil percobaan Yuliani *et al.*, (2019) bahwa tanaman bandotan atau *Ageratum conyzoides* yang bersal dari dataran tinggi memiliki kandungan flavonoid total tertinggi dibandingkan dataran rendah. Hal ini dipengaruhi oleh keadaan lingkungan berbeda terutama intensitas cahaya di dataran tinggi yang lebih rendah dibandingkan dataran rendah yang tentunya mempengaruhi suhu dan kelembaban udara pada daerah tersebut. Berdasarkan Tabel 1 bahwa dataran tinggi memiliki intensitas cahaya yang lebih rendah dibandingkan dataran rendah. Menurut Mazid *et al.* (2011), bahwa stres lingkungan yang disebabkan oleh faktor biotik dan abiotik mempengaruhi produksi metabolit sekunder dan umumnya meningkatkan produksi metabolit sekunder. Terbentuknya metabolit sekunder merupakan respon tanaman terhadap cekaman lingkungan sebagai perlindungan tanaman (Ramakrishna and Ravishankar, 2011).

Kandungan flavonoid juga dipengaruhi oleh peningkatan phenilalanin sebagai prekursor. Pada saat terjadi cekaman, aktivitas enzim phenilalanine ammonia liase (PAL) akan meningkatkan kandungan flavonoid karena dipengaruhi oleh phenilalanin sebagai perkursor pembentukan flavonoid (Ibrahim *et al.*, 2011).

Kesimpulan

Perbedaan morfologi bunga telang di dataran rendah dan dataran tinggi terletak pada panjang dan lebar daun, bentuk daun, panjang polong, serta jumlah biji per polong. Kandungan flavonoid tertinggi adalah di dataran rendah Karangasem sebesar 0,493% diikuti oleh dataran tinggi Ngargoyoso sebesar 0,458%, Purwosari 0,351%, dan Jeyengan 0,297%. Pertumbuhan dan kualitas bunga telang selain dipengaruhi oleh iklim di habitatnya juga dipengaruhi oleh jenis dan kesuburan tanah.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sebelas Maret yang telah mendanai penelitian ini yang bersumber dari PNBPN-UNS.

Daftar Pustaka

- Ardhana, I.P.G. 2012. Ekologi Tumbuhan. Udayana University Press. Bali.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Karanganyar Dalam Angka 2018. Pemerintah Kabupaten Karanganyar.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air Dan Pupuk 2nd ed. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 2020. Selain Cantik Ini Segudang Manfaat Bunga Telang. Balitro.
- Budiasih, K.S. 2017. Kajian potensi farmakologis bunga telang (*Clitoria ternatea*). Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY, 21(4): 183–188.
- Chang, C.C., M.H. Yang, H.M. Wen., and J.C. Chern. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10(3): 178–182.
- Cook, B., B. Pengelly, S. Brown, J. Donnelly, D. Eagles, M. Franco, B. Hanson, I. Mullen, M. Partridge, Peters, and Schultze-Kraft. 2005. Tropical forages. CSIRO, DPI&F (Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia.

- Dalimartha, S. 2008. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 5 (5th ed.). Pustaka Bunda. Jakarta.
- Damayanti, I.A. 2010. Kajian Morfologi Dan Agroekologi Tumbuhan Sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees) Di Berbagai Habitat. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Debeaujon, I., A.J.M. Peeters, L.-K.M. Kloosterziel, and M. Koornneef. 2001. The transparent Testa12 gene of *Arabidopsis* encodes a multidrug secondary transporter-like protein required for flavonoid sequestration in vacuoles of the seed coat endothelium. *The Plant Cell*, 13(4): 853.
- Evans, W.C. 2009. Trease and Evans Pharmacognosy 16th edition. <https://www.researchgate.net> (diakses 30 Desember 2020)
- Hadiyanti, N., Supriyadi, dan Pardono. 2018. Keragaman beberapa tumbuhan ciplukan (*Physalis* spp.) di lereng Gunung Kelud, Jawa Timur. *Berita Biologi*, 17(2).
- Hanafiah, K. A. 2012. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Grafindo Persada. Jakarta
- Haryanta, D., M. Thohiron, dan B. Gunawan. 2017. Kajian Tanah Endapan Perairan Sebagai Media Tanam Pertanian Kota. *Journal of Research and Technology*, 3(2).
- Heuzé, V., G. Tran, M. Boval, D. Bastianelli, and F. Lebas. 2016. Butterfly pea (*Clitoria ternatea*). *Feedipedia*. (diakses 28 Desember 2020).
- Ibrahim, M.H., H.Z.E. Jaafar., A. Rahmat., and Z.A. Rahman. 2011. The relationship between phenolics and flavonoids production with total non structural carbohydrate and photosynthetic rate in *Labisia pumila* Benth. under high CO₂ and nitrogen fertilization. *Molecules*, 16(1): 162–174.
- Istiawan, N.D. and D. Kastono. 2019. The effect of growing altitude on yield and oil quality of clove (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry.) in Samigaluh Sub-district, Kulon Progo. *Jurnal Vegetalika*, 8(1): 27–41.
- Kartasapoetra, A.G. 2008. Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman. Bumi Aksara. Jakarta.
- Kusuma, A.D. 2019. Potensi teh bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai obat pengencer dahak herbal melalui uji mukositas. *Risenologi : Jurnal Sains, Teknologi, Sosial, Pendidikan, Dan Bahasa*, 4(2), 65–73.
- Lallo, S., A.C. Lewerissa, A. Rafi'i, Usmar, Ismail, dan R. Tayeb. 2019. Pengaruh ketinggian tempat tumbuh terhadap aktivitas antioksidan dan sitotoksik ekstrak rimpang lengkuas (*Alpinia galanga* L.). *Majalah Farmasi Dan Farmakologi*, 23(3): 118–123.
- Manjula, P., C. Mohan, D. Sreekanth, B. Keerthi, and B.D. Prathibha. 2013. Phytochemical analysis of *Clitoria Ternatea* Linn., a valuable medicinal plant. *J. Indian Bot. Soc*, 92(4): 173–178.
- Marni dan M.I. Jumarang. 2016. Analisis hubungan kelembaban udara dan suhu udara terhadap parameter tebal hujan di kota Pontianak. *Prisma Fisika*, 4(03): 80–83.
- Mazid, M., T. Khan, and F. Mohammad. 2011. Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. *Biology and Medical*, 3(2), 232–249.
- Mukherjee, P.K., V. Kumar, N.S. Kumar, and M. Heinrich. 2008. The Ayurvedic medicine *Clitoria ternatea*-from traditional use to scientific assessment. *Journal of Ethnopharmacology*, 120(3): 291–301.
- Muslim, F. dan D. Subositi. 2020. Respon pertumbuhan, produksi dan kualitas daun duduk (*Desmodium triquetrum* (L.) D.C.) terhadap ketinggian tempat budidaya. *Jurnal Jamu Indonesia*, 4(2): 48–53.
- Pemerintah Kota Surakarta. 2016. RPJIM Kota Surakarta. RPJIM Kota Surakarta, 1–28.
- Ponnusamy, S., W.E. Gnanaraj, and J.M. Antonisamy. 2015. Flavonoid profile of *Clitoria ternatea* Linn. *Majalah Obat Tradisional*, 19(1): 1–5.
- Qadry, N.A., R. Rasdiansyah, dan Y. Abubakar. 2017. Pengaruh ketinggian tempat tumbuh dan varietas terhadap mutu fisik, dan fisiko-kimia kopi Arabika Gayo. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 2(1): 279–287.
- Ramakrishna, A. and G.A. Ravishankar. 2011. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signaling and Behavior*, 6(11): 1720–1731.
- Safrina, D. dan W.J. Priyambodo. 2018. Pengaruh ketinggian tempat tumbuh dan pengeringan terhadap flavonoid total sambang colok (*Iresine herbstii*). *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 15(3): 147.
- Salim, M., H. Sitorus, and T. Ni. 2016. Hubungan kandungan hara tanah dengan produksi senyawa metabolit sekunder pada tanaman

- duku (*Lansium domesticum* Corr var Duku) dan potensinya sebagai larvasida. *Jurnal Vektor Penyakit*, 10(1): 11–18.
- Sari, V.R. 2012. Variasi morfologi tanaman kepel (*Stelechocarpus burahol* Hook . F & Thomson) yang tumbuh pada ketinggian berbeda. Skripsi. Universitas Airlangga.
- Sholekah, F.F. 2017. Perbedaan ketinggian tempat terhadap kandungan flavonoid dan beta karoten buah karika (*Carica pubescens*) daerah Dieng Wonosobo. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Biologi*, 75–82.
- Sinaga, M.I.A.H., G. Hardy, dan A. Lubis. 2015. Hubungan ketinggian tempat dan C-organik tanah dengan infeksi FAM pada perakaran tanaman kopi (*Coffea* Sp) di Kabupaten Dairi. *Jurnal Agroekoteknologi*, 3(4): 1575–1584.
- Subardja, D., S. Ritung, M. Anda, Sukarman, E. Suryani, dan R.E. Subandiono. 2014. *Petunjuk Teknis: Klasifikasi Tanah Nasional*.
- Sufardi, S. 2020. Pertumbuhan tanaman. *Researchgate*, 1–26.
- Sukarman dan A. Dariah. 2014. Tanah Andosol di Indonesia: Karakteristik, Potensi, Kendala, dan Pengelolaannya untuk Pertanian. In *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Kementerian Pertanian* (Issue 12).
- Supriadi, H., E. Randriani, dan J. Towaha. 2016. Korelasi antara ketinggian tempat, sifat kimia tanah, dan mutu fisik biji kopi arabika di dataran tinggi Garut. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 3(1): 45–52.
- Swarinoto, Y.S. dan S. Sugiyono. 2011. Pemanfaatan suhu udara dan kelembapan udara dalam persamaan regresi untuk simulasi prediksi total hujan bulanan di Bandar Lampung. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(3): 271–281.
- United States Departement of Agriculture. 2020. *Plants profile for Clitoria ternatea (Asian pigeonwings)*. United States Departement of Agriculture.
- Wang, F.-y., H.-y. Han, H. Lin, B. Chen, X.-h. Kong, X. Ning, X.-w. Wang, Y. Yu, and J.-d. Liu. 2019. Effects of planting patterns on yield, quality, and defoliation in machine-harvested cotton. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(9): 2019–2028.
- Widiya, M., R.D. Jayati, dan H. Fitriani. 2019. Karakteristik morfologi dan anatomi jahe (*Zingiber officinale*) berdasarkan perbedaan ketinggian tempat. *Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 2(2): 60–69.
- Wijayanto, N. dan Nurunnajah. 2012. Intensitas cahaya, suhu, kelembaban dan perakaran lateral mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) di RPH Babakan Madang, BKPH Bogor, KPH Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 3(1): 8–13.
- Yuliani, F. Rachmadiarti, S.K. Dewi, M.T. Asri, and A. Soegianto. 2019. Total phenolic and flavonoid contents of *elephantopus scaber* and *ageratum conyzoides* (Asteraceae) leaves extracts from various altitude habitats. *Ecology, Environment and Conservation*, 25: 106–113.

Karo, B. · A.E. Marpaung · S. Barus · R.C. Hutabarat · R. Tarigan

Peningkatan hasil tiga varietas bawang merah asal biji dengan pemanfaatan pupuk organik ikan di dataran tinggi basah

Sari. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas tanaman bawang merah pada musim hujan yaitu dengan penggunaan bahan tanaman yang sehat melalui penggunaan benih *true shallot seeds* (TSS), karena secara umum penggunaan umbi bawang merah sebagai bahan perbanyakan tidak efektif di musim hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis dan jenis pupuk organik ikan yang dapat meningkatkan produksi tiga varietas bawang merah asal TSS di dataran tinggi basah. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Mei – September 2018 di Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IP2TP) Berastagi, Kabupaten Karo, pada ketinggian tempat 1340 meter dengan jenis tanah Andisol. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah varietas bawang merah, yang terdiri dari taraf varietas Trisula, Bima, dan Tuktuk, sementara faktor kedua adalah dosis pupuk organik Ikan yang terdiri dari taraf tanpa pupuk organik ikan, 1000 kg/ha kering, 2000 kg/ha kering, 1000 kg/ha fermentasi, dan 2000 kg/ha fermentasi. Hasil yang diperoleh adalah varietas Trisula dan Tuktuk lebih adaptif di dataran tinggi basah dibandingkan Bima. Pemberian 2000 kg/ha pupuk organik ikan fermentasi mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil bawang merah. Terdapat interaksi antara varietas bawang merah dengan pemberian pupuk ikan terhadap bobot umbi per tanaman. Varietas Trisula dan pemberian 2000 kg/ha pupuk organik ikan fermentasi menghasilkan bobot umbi per tanaman tertinggi yaitu 76,33 g.

Kata Kunci: *Allium cepa* L · Pupuk organik ikan · TSS · Varietas

Increased yield of three true shallot seed varieties by application of fish organic fertilizer in tropical wet highland

Abstract. One of several ways to increase the productivity of shallots in the rainy season is the using healthy plant materials, i.e., true shallot seeds (TSS), because in general the use of shallot bulbs as a propagation material is not effective in the rainy season. This study aims to determine the dose and type of fish organic fertilizer that can increase the production of three shallot varieties from TSS in the highland during rainy season. This research was conducted from May to September 2018 in the the Installation of Research and Assessment of Agricultural Technology Berastagi, Karo Regency, with an altitude of 1340 meters above sea level and classified as Andisol soil type. his study used factorial Randomized Completely Block Design with 3 replications. The first factor was shallot variety (Trisula, Bima, Tuktuk), while the second factor was dose of fish organic fertilizer (Without fish organic fertilizer, 1000 kg ha⁻¹ dried, 2000 kg ha⁻¹ dried, 1000 kg ha⁻¹ fermented, 2000 kg ha⁻¹ fermented). The result obtained were Trisula and Tuktuk varieties more adapted in tropical wet highlands. Providing 2000 kg ha⁻¹ of fermented fish organic fertilizer could increase the growth and production of shallots. There was an interaction between shallot varieties with fish organic fertilizer on tuber weights per plant. Trisula variety and application of 2000 kg ha⁻¹ fermented fish organic fertilizer produced the highest bulb weight per plant at 76,33 g.

Keywords: *Allium cepa* L · Fish organic fertilizer · TSS · Variety

Diterima : 9 September 2021, Disetujui : 9 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022
DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.36528](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.36528)

Karo, B. · A.E. Marpaung · S. Barus · R.C. Hutabarat · R. Tarigan
IP2TP Berastagi-Balai Penelitian Tanaman Sayuran Jln. Raya Medan-Berastagi Km 60, Berastagi 22156
Korespondensi: bina_karo@yahoo.co.id

Pendahuluan

Bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan salah satu tanaman sayuran yang populer dalam dunia kuliner, sebagai bumbu masakan (*flavor*), sayuran (acar dan salad) dan produk olahan (bawang goreng). Saat ini ekstrak umbi bawang merah sedang dipelajari sebagai obat tradisional (*antimicrobial*, *anticancer*, dan *anti-inflammatory*) (Shinkafi and Dauda, 2013; Motlagh *et al.*, 2011).

Beberapa varietas bawang merah di Indonesia yang dapat beradaptasi di dataran tinggi diantaranya adalah Varietas Maja, Bima, Pikatan, Manjung, Tajuk, Katumi, Mentas, Maserati, Pancasona dan Varitas Bauji (Karo dan Manik 2020), juga Bima, Trisula, dan Tuk-tuk (Azmi *et al.*, 2016). Bawang merah varietas Bima menghasilkan nilai tertinggi pada jumlah umbi, bobot basah dan bobot kering per rumpun, serta bobot basah dan bobot kering per plot (Azmi *et al.*, 2016). Varietas Trisula mempunyai produksi yang tinggi dan tahan terhadap cekaman iklim yang ekstrem (kekeringan), hama/penyakit, serta mempunyai jumlah umbi sebanyak 6-12 umbi per tanaman (Sinaga *et al.*, 2021). Menurut Danial *et al.* (2020), pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah TSS varietas Tuk-Tuk juga tinggi dengan diberikan pupuk kandang kambing 25 ton/ha dan pupuk N, P, K (Urea 200 kg/ha, SP -36 200 kg/ha, dan KCl 200 kg/ha).

Produktivitas tanaman selain ditentukan oleh faktor lingkungan tumbuh, juga dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi varietas terhadap lingkungan. Penggunaan varietas yang beragam pada suatu lingkungan tumbuh yang sama akan memberikan gambaran terhadap kemampuan adaptasi varietas. Uji adaptasi varietas diperlukan untuk mendapatkan varietas dengan kemampuan tumbuh dan berproduksi yang baik pada kondisi spesifik lokasi (Rusdi dan Assad, 2016). Bawang merah memiliki daya adaptasi luas karena dapat tumbuh dan menghasilkan umbi di dataran rendah hingga dataran tinggi pada lahan bekas sawah, lahan kering, atau pekarangan (Sumarni *et al.*, 2012b). Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas tanaman bawang merah pada musim hujan yaitu dengan penggunaan bahan tanaman yang sehat melalui penggunaan benih *true shallot seeds* (TSS), karena secara umum pembentukan umbi bawang merah rendah pada musim hujan. Penggunaan TSS mempunyai

beberapa kelebihan dibandingkan dengan penggunaan umbi bibit, yaitu volume kebutuhan TSS lebih rendah (3-4 kg/ha) daripada umbi bibit (1-1,5 ton/ha), pengangkutan dan penyimpanan TSS lebih mudah dan lebih murah, serta menghasilkan tanaman yang lebih sehat (Sumarni *et al.*, 2012a).

Salah satu upaya meningkatkan produktivitas tanaman adalah melalui penambahan unsur hara pada tanaman melalui pemupukan (Zakiah *et al.*, 2018). Efisiensi pemupukan dapat dilakukan dengan pemberian bahan organik (Marpaung *et al.*, 2016). Pupuk organik atau pupuk alam adalah pupuk yang dihasilkan dari sisa-sisa tanaman, hewan, dan manusia, seperti pupuk hijau, kompos, pupuk kandang, maupun hasil sekresi hewan dan manusia (Refliaty *et al.*, 2011). Pupuk organik sangat penting artinya sebagai penyangga sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pupuk dan produktivitas lahan (Supartha *et al.*, 2012). Penggunaan pupuk organik dapat memperbaiki kondisi lahan yang rusak akibat penggunaan pupuk buatan (Mahmudiyah dan Soedradjad, 2018).

Pupuk organik mengandung unsur hara makro yang rendah, tetapi mengandung unsur hara mikro dalam jumlah yang cukup yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhannya (Marpaung *et al.*, 2018). Ikan sisa atau ikan-ikan yang terbuang ternyata masih dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik lengkap (Zahroh *et al.*, 2018).

Di Indonesia saat ini telah banyak beredar pupuk organik yang terbuat dari bahan baku ikan yang dapat menambah bahan organik tanah sehingga dapat memperbaiki kesuburan tanah. Limbah dari ikan pun mengandung unsur hara mikro dan makro yang diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan beberapa jenis tanaman (Toissuta, 2018). Menurut Girsang *et al.* (2019), tepung ikan adalah komoditas olahan hasil perairan yang diperoleh dari suatu proses reduksi mentah menjadi suatu produk yang sebagian besar terdiri dari komponen protein, dimana kandungannya adalah nitrogen 5 %, fosfat (P_2O_5) minimal 7 %, kalium 3,70 %, natrium (Na) 5,63 %, dan klorin (Cl) 9,64 %. Saat ini penelitian tentang limbah ikan telah banyak dilakukan. Pemanfaatan limbah ikan rucah sebagai pupuk organik dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat bau tidak sedap yang ditimbulkan, juga memiliki potensi sebagai

sumber hara yang tinggi, khususnya hara nitrogen (Hasibuan *et al.*, 2021). Penelitian penggunaan pupuk organik berbahan baku limbah ikan menunjukkan pemberian 1.200 kg/ha pupuk ikan menghasilkan diameter tertinggi dari tanaman, berat tanaman, dan hasil kubis (Karo *et al.*, 2018). Dosis pemupukan ikan 1000 kg/ha dapat meningkatkan bobot umbi per tanaman, hasil per plot, dan persentase grade besar umbi kentang (Karo *et al.*, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis dan jenis pupuk organik ikan yang dapat meningkatkan hasil tiga varietas bawang merah asal TSS di dataran tinggi. Hipotesis penelitian ini adalah keefektifan pupuk organik ikan dalam peningkatan hasil bawang merah asal TSS bergantung pada dosis pupuk dan varietas bawang merah yang ditanam di dataran tinggi. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi pengguna untuk meningkatkan produksi dan kualitas umbi konsumsi bawang merah di dataran tinggi.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IP2TP) Berastagi, Kabupaten Karo, dengan ketinggian 1340 meter di atas permukaan laut dengan jenis tanah Andisol. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Mei - September 2018. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari dua faktor perlakuan dan diulang tiga kali. Faktor pertama adalah varietas bawang merah yang terdiri dari Trisula, Bima, Tuktuk. Faktor kedua adalah dosis pupuk organik ikan yang terdiri dari tanpa pupuk organik ikan, 1000 kg/ha kering, 2000 kg/ha kering, 1000 kg/ha fermentasi, dan 2000 kg/ha fermentasi. Terdapat 15 kombinasi perlakuan dan setiap unit perlakuan ada 50 tanaman. Pupuk organik ikan kering yang difermentasi terbuat dari bahan pupuk ikan dengan air (1 : 1) dan ditambah 50 mL/L air EM₄, kemudian pupuk difermentasi selama 1 bulan.

Prosedur pelaksanaan berupa penyemaian benih pada baki-baki persemaian dengan media campuran tanah, pasir, dan pupuk kandang, dengan perbandingan volume 1:1:1. Setelah berumur 4 minggu sejak semai, bibit

dipindahkan ke lapangan. Petak percobaan dibuat dengan ukuran 1 m x 2 m. Jarak antar perlakuan 0,5 m dan jarak antar ulangan 1 m dengan tinggi bedengan 30 cm. Pemupukan yang diberikan ialah kompos (5 t ha⁻¹) dan pupuk NPK 16-16-16 (1.000 kg/ha). Kompos diberikan 7 hari sebelum tanam, dan pupuk NPK diberikan 3 kali, yaitu pada waktu tanam, 15 hari setelah tanam (HST) dan 30 HST, masing-masing sepertiga dosis. Pemberian pupuk organik ikan dilakukan 7 hari sebelum tanam dengan dosis sesuai perlakuan yang diuji, kemudian pupuk ditutup dengan tanah. Mulsa dipasang pada permukaan bedengan dan dibuat jarak tanam 20 x 20 cm, kemudian benih ditanam satu per lubang. Pemeliharaan tanaman seperti pengairan, penyiangan, dan pengendalian hama dan penyakit (dengan pestisida), dilakukan secara intensif.

Pengamatan meliputi pertumbuhan tanaman, yaitu tinggi tanaman dan diameter rumpun) yang diamati pada saat tanaman berumur 4, 6, 8, dan 10 minggu setelah tanam (MST); jumlah daun, diameter daun (pangkal dan ujung), dan jumlah anakan yang diamati umur 8 MST. Komponen hasil, yaitu panjang umbi, diameter umbi, bobot umbi segar per tanaman, dan hasil per plot diamati saat panen. Data dianalisis dengan uji F dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%.

Hasil dan Pembahasan

Tinggi Tanaman. Tinggi tanaman bawang merah pada umur 4, 6, dan 8 MST tidak dipengaruhi oleh interaksi antara varietas dengan pupuk organik ikan, tetapi nyata dipengaruhi secara tunggal oleh perlakuan varietas dan pupuk ikan (Tabel 1).

Tanaman bawang merah asal TSS varietas Trisula dan Tuk-tuk nyata lebih baik pertumbuhan tanamannya dibanding dengan varietas Bima (38,18 cm dan 39,94 cm dibanding 27,18 cm). Hal ini menunjukkan bahwa tinggi tanaman tertinggi adalah Tuk-tuk, diikuti Trisula dan Bima. Hal ini sesuai dengan hasil deskripsi masing-masing varietas bila ditanam di dataran rendah yang tercantum pada SK Menteri Pertanian tahun 2011, 1984, dan 2006, yaitu Trisula 39,92 cm, Bima 34,50 cm, dan Tuk-tuk 50 cm.

Tabel 1. Pengaruh varietas bawang merah dan pupuk organik ikan terhadap tinggi tanaman

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		
	4 MST	6 MST	8 MST
Varietas bawang merah asal TSS			
Trisula	21,23 a	28,83 a	38,18 a
Bima	19,25 b	23,78 b	27,18 b
Tuk-tuk	21,50 a	28,87 a	39,94 a
Pupuk organik ikan			
Tanpa Pupuk	15,16 c	22,96 b	30,79 b
1000 kg/ha Kering	17,59 bc	25,25 b	34,23 ab
2000 kg/ha Kering	17,61 bc	27,04 ab	35,06 ab
1000 kg/ha Fermentasi	19,93 ab	27,52 ab	36,98 ab
2000 kg/ha Fermentasi	23,00 a	31,71 a	38,42 a
KK (%)	12,20	13,96	12,97

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf nyata 0,05. KK = koefisien keragaman.

Pemberian pupuk organik ikan fermentasi dengan dosis 2000 kg/ha nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman bawang merah dibandingkan kontrol pada umur 4, 6, dan 8 MST, masing-masing yaitu 23,00 cm, 31,71 cm, dan 38,42 cm berbanding 15,16 cm, 22,96 cm, dan 30,79 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk ikan fermentasi telah mengalami proses pelapukan sehingga lebih mudah terurai di dalam tanah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Hal ini sesuai pendapat Mutryarni *et al.* (2014), bahwa pupuk organik dapat meningkatkan kegemburan tanah, sehingga media pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik untuk pertumbuhan tanaman.

Diameter Rumpun Tanaman. Varietas dan pupuk organik ikan secara mandiri memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter rumpun tanaman pada umur 4, 6, dan 8 MST (Tabel 2). Varietas bawang merah Trisula dan Tuk-tuk menghasilkan diameter rumpun tanaman berbeda nyata dengan Bima pada umur 4 – 8 MST. Varietas Trisula dan Tuktuk dapat memproduksi jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas Bima.

Pemberian pupuk organik ikan secara umum dapat meningkatkan diameter rumpun tanaman dan berbeda nyata dibanding tanpa pemberian pupuk organik ikan, sedangkan diantara perlakuan pemberian pupuk ikan tidak terdapat perbedaan yang nyata. Pemberian pupuk organik ikan fermentasi dengan dosis 2000 kg/ha cenderung menghasilkan diameter rumpun tanaman lebih tinggi dari perlakuan lainnya pada umur 4, 6, dan 8 MST, masing-

masing yaitu 0,37 cm, 0,76 cm dan 1,25 cm. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan pupuk organik ikan maka pertumbuhan akan semakin lebih baik, dimana tanaman mendapatkan unsur hara yang terkandung dalam pupuk ikan untuk pertumbuhannya, seperti N 5%, P₂O₅ 7%, dan K₂O 3,70% (Girsang *et al.*, 2019).

Tabel 2. Pengaruh varietas bawang merah dan pupuk organik ikan terhadap pertambahan diameter rumpun tanaman

Perlakuan	Diameter Rumpun Tanaman (cm)		
	4 MST	6 MST	8 MST
Varietas bawang merah asal TSS			
Trisula	0,39 a	0,69 a	1,19 a
Bima	0,17 b	0,47 b	0,74 b
Tuk-tuk	0,38 a	0,68 a	1,08 a
Pupuk organik ikan			
Tanpa Pupuk	0,27 b	0,46 c	0,77 c
1000 kg/ha Kering	0,30 ab	0,58 c	0,96 bc
2000 kg/ha Kering	0,32 ab	0,58 bc	0,98 abc
1000 kg/ha Fermentasi	0,31 ab	0,67 ab	1,06 ab
2000 kg/ha Fermentasi	0,37 a	0,76 a	1,25 a
KK (%)	21,71	21,69	20,54

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf nyata 0,05. KK = koefisien keragaman.

Jumlah Daun, Diameter Daun, dan Jumlah Anakan per Tanaman. Jumlah daun, diameter daun, dan jumlah anakan per tanaman nyata dipengaruhi oleh perlakuan varietas dan pupuk ikan secara mandiri (Tabel 3). Varietas Trisula berbeda tidak nyata dengan Tuk-tuk, namun memiliki karakter diameter daun dan jumlah anakan lebih baik daripada varietas Bima. Terdapat kecenderungan bahwa jumlah daun, diameter daun, dan jumlah anakan per tanaman varietas Trisula lebih tinggi dari varietas lainnya.

Pertumbuhan tanaman bawang merah asal biji varietas Trisula dan Tuk-tuk nyata lebih tinggi dibandingkan varietas Bima. Jumlah daun dan anakan masing-masing varietas di dataran rendah berdasarkan deskripsi varietas pada SK Menteri Pertanian 2011, 1984, dan 2006 adalah: varietas Trisula menghasilkan 33,5 daun dan 6 anakan; varietas Bima menghasilkan 32 daun dan 9 anakan; serta varietas Tuk-tuk menghasilkan 10,5 daun dan 2 anakan. Berdasarkan perbandingan data penelitian dan data deskripsi varietas, pertumbuhan bawang

merah varietas Trisula dan Tuk-tuk lebih adaptif dibanding Bima di dataran tinggi. Sinaga *et al.* (2013), Kusmana, (2013), Deden, (2014), serta Manik *et al.* (2019), menyatakan bahwa jumlah daun dipengaruhi oleh faktor genetik masing-masing varietas. Perbedaan varietas atau klon tanaman dapat mempengaruhi keragaman jumlah daun yang diwariskan ke generasi selanjutnya. Alavan *et al.* (2015) menyatakan bahwa perbedaan varietas mempengaruhi perbedaan dalam hal keragaman penampilan tanaman akibat perbedaan sifat dalam tanaman (genetik) atau responsnya terhadap pengaruh lingkungan.

Tabel 3. Pengaruh varietas bawang merah dan pupuk organik ikan terhadap jumlah daun, diameter daun dan jumlah anakan per tanaman pada umur 8 MST

Perlakuan	Jumlah Daun	Diameter pangkal Daun (cm)	Diameter Ujung Daun (cm)	Jumlah Anakan
Varietas bawang merah asal TSS				
Trisula	9,25 a	0,73 ab	0,27 a	5,32 a
Bima	5,47 c	0,67 b	0,21 b	3,93 b
Tuk-tuk	7,91 b	0,71 a	0,26 a	4,93 a
Pupuk organik ikan				
Tanpa Pupuk	6,78 a	0,58 b	0,26 a	2,84 c
1000 kg/ha Kering	7,33 a	0,66 b	0,26 a	4,51 b
2000 kg/ha Kering	7,69 a	0,72 b	0,23 a	4,73 b
1000 kg/ha Fermentasi	7,78 a	0,73 b	0,26 a	5,13 b
2000 kg/ha Fermentasi	8,13 a	0,97 a	0,26 a	6,42 a
KK (%)	14,19	17,01	23,28	19,50

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf nyata 0,05.

Pemberian pupuk organik ikan fermentasi dengan dosis 2000 kg/ha dapat menghasilkan diameter pangkal daun dan jumlah anakan per tanaman yang nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu 0,97 cm dan 6,42 anakan, sedangkan jumlah daun dan diameter ujung daun berbeda tidak nyata untuk setiap perlakuan. Analogi seperti pada karakter diameter rumpun tanaman, fermentasi menyebabkan unsur hara lebih tersedia bagi tanaman.

Jumlah, Diameter dan Panjang Umbi per Tanaman. Jumlah, diameter, dan panjang umbi per tanaman nyata dipengaruhi oleh perlakuan varietas dan pupuk organik ikan secara mandiri (Tabel 4). Perlakuan varietas Trisula berbeda

nyata dengan Bima, namun tidak berbeda nyata dengan Tuktuk pada karakter jumlah, diameter, dan panjang umbi per tanaman. Varietas Trisula cenderung menghasilkan nilai yang lebih tinggi daripada varietas Tuk-tuk, sementara varietas Bima menghasilkan nilai terendah. Data tersebut memperlihatkan bahwa varietas Trisula dan Tuktuk dapat berproduksi lebih baik dibanding dengan varietas Bima. Perbedaan ukuran umbi dapat dipengaruhi oleh faktor genetik masing-masing varietas. Menurut deskripsi pada SK Menteri Pertanian tahun 2011 dan 1984, diperoleh bahwa ukuran umbi tertinggi adalah varietas Tuk-tuk, kemudian diikuti Trisula dan terendah varietas Bima. Menurut Azmi *et al.* (2011), bila berbagai varietas ditanam pada lahan yang sama, maka ukuran umbi tiap varietas akan berbeda karena faktor genetik.

Tabel 4. Pengaruh varietas bawang merah dan pupuk organik ikan terhadap jumlah, diameter dan panjang umbi per tanaman

Perlakuan (Treatments)	Jumlah Umbi	Diameter Umbi (cm)	Panjang Umbi (cm)
Varietas bawang merah asal TSS			
Trisula	5,07 a	2,62 a	3,05 a
Bima	3,67 b	1,84 b	2,33 b
Tuk-tuk	4,56 a	2,59 a	2,96 a
Pupuk organik ikan			
Tanpa Pupuk	2,67 c	1,52 d	2,38 c
1000 kg/ha Kering	4,07 b	2,23 c	2,80 b
2000 kg/ha Kering	4,33 b	2,42 abc	2,78 b
1000 kg/ha Fermentasi	4,89 b	2,62 ab	2,86 ab
2000 kg/ha Fermentasi	6,20 a	2,78 a	3,07 a
KK (%)	15,23	11,29	6,71

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf nyata 0,05.

Pemberian pupuk organik ikan fermentasi dengan dosis 2000 kg/ha dapat menghasilkan jumlah umbi yang berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Pemberian pupuk organik ikan fermentasi dengan dosis 2000 kg/ha dapat menghasilkan diameter umbi yang berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pupuk dan pemberian pupuk ikan 1000 kg/ha kering, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan pemberian pupuk ikan 2000 kg/ha kering dan 1000 kg/ha fermentasi. Panjang umbi per tanaman yang dihasilkan pemberian pupuk organik ikan fermentasi dengan dosis 2000 kg/ha tidak berbeda nyata dengan dosis 1000 kg/ha kering, sedangkan dengan perlakuan

lainnya berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik ikan fermentasi dengan dosis 2000 kg/ha menghasilkan jumlah, diameter, dan panjang umbi yang cenderung lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini memperlihatkan bahwa pemberian pupuk organik ikan dapat meningkatkan jumlah, diameter, dan panjang umbi per tanaman. Hasil penelitian Karo (2015) menunjukkan bahwa pemberian pupuk ikan 615 kg/ha dengan cara disiram dapat meningkatkan tinggi tanaman, bobot per tanaman, produksi per perlakuan, dan diameter kerdil pada tanaman kubis bunga.

Bobot Umbi per Tanaman. Hasil sidik ragam diperoleh interaksi antara varietas bawang merah dan dosis pupuk organik ikan terhadap bobot umbi per tanaman (Tabel 5). Varietas bawang merah Trisula dengan pemberian pupuk organik ikan 2000 kg/ha menghasilkan bobot umbi per tanaman yang nyata lebih tinggi, yaitu 76,33 g.

Tabel 5. Interaksi antara varietas bawang merah dengan pupuk organik ikan terhadap bobot umbi per tanaman

Varietas	Pupuk Organik Ikan				
	0	1000 kg/ha Kering	2000 kg/ha Kering	1000 kg ha ⁻¹ Fermentasi	2000 kg ha ⁻¹ Fermentasi
Trisula	24.08 g	48.50 e	67.42 b	55.17 cde	76.33 a
Bima	14.67 h	18.00 h	25.33 h	23.67 h	40.50 f
Tuktuk	22.67 g	61.75 bc	53.17 de	54.31 cde	57.67 cd
KK (%)	19,97				

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf nyata 0,05.

Interaksi diduga terjadi karena varietas Trisula lebih beradaptasi untuk tumbuh dan berproduksi di dataran tinggi basah sehingga dengan penambahan pupuk organik ikan yang difermentasi maka menghasilkan bobot umbi per tanaman yang lebih tinggi. Berdasarkan deskripsi SK Menteri Pertanian 2006 dan 2011, bobot umbi bawang merah varietas Trisula per tanaman berkisar 17,5 g. Hasil penelitian Karo *et al.* (2016) mengungkapkan pemberian pupuk ikan dengan dosis 1000 kg/ha dapat meningkatkan bobot per tanaman, hasil per plot, dan persentase grade besar pada tanaman kentang.

Hasil per Plot (2 m²). Perlakuan varietas Trisula berbeda nyata dengan Bima, namun tidak berbeda nyata dengan Tuktuk pada data hasil per plot. Varietas Trisula menghasilkan

hasil per plot lebih tinggi, yaitu 0,47 kg/2 m², sedangkan varietas Bima 0,19 kg/2 m² (Tabel 6). Data tersebut menunjukkan bahwa hasil varietas Trisula dan Tuktuk dapat lebih baik dibandingkan dengan varietas Bima.

Tabel 6. Pengaruh varietas bawang merah dan pupuk organik ikan terhadap hasil per plot

Perlakuan	Hasil (kg/2 m ²)
Varietas bawang merah asal TSS	
Trisula	0,47 a
Bima	0,19 b
Tuk-tuk	0,46 a
Pupuk organik ikan	
Tanpa Pupuk	0,20 c
1000 kg/ha Kering	0,36 b
2000 kg/ha Kering	0,37 b
1000 kg/ha Fermentasi	0,43 ab
2000 kg/ha Fermentasi	0,54 a
KK (%)	25,28

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf nyata 0,05.

Pemberian pupuk organik ikan fermentasi dengan dosis 2000 kg/ha memberikan hasil bawang merah per plot yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, yaitu 0,54 kg/m² berbanding 0,20 kg/ha, sedangkan diantara perlakuan pupuk ikan memberikan hasil yang berbeda tidak nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk organik ikan mampu meningkatkan produksi bawang merah. Hasil penelitian Sugiarti dan Suprihana (2015) menunjukkan kemiripan, bahwa perlakuan pemberian limbah ikan meningkatkan pertumbuhan dan produksi bawang putih.

Kesimpulan

Varietas bawang merah Trisula dan Tuk-tuk asal TSS pada umumnya menghasilkan pertumbuhan dan hasil lebih baik dibandingkan dengan varietas bima yang ditanam pada dataran tinggi basah. Pupuk organik ikan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil bawang merah, dimana varietas-varietas yang diberi 2000 kg/ha pupuk organik ikan fermentasi memberikan pertumbuhan dan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya. Interaksi terjadi antara varietas bawang merah Trisula dengan pemberian pupuk organik ikan fermentasi sebanyak 2000 kg/ha terhadap hasil bawang merah per plot, dimana terdapat peningkatan hasil sebesar 170% dibandingkan kontrol.

Daftar Pustaka

- Alavan, A., R. Hayati, dan E. Hayati. 2015. Pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan beberapa varietas padi Gogo (*Oryza sativa* L.). Jurnal floratek, 10: 61-68.
- Azmi, C., I.M. Hidayat, dan G. Wiguna. 2011. Pengaruh varietas dan ukuran umbi terhadap produktivitas bawang merah. Jurnal Hort., 21(3): 206-2013.
- Danial, E., S. Diana, dan M.A. Zen. 2020. Pengaruh pemberian pupuk kandang kambing dan pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah TSS varietas tuk-tuk. LANSIUM, 2(1): 34-42.
- Deden. 2014. Pengaruh dosis pupuk nitrogen terhadap serapan unsur hara N, pertumbuhan dan hasil pada beberapa varietas tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Jurnal agrijati, 27(1): 40-54.
- Girsang, W., Meriati, dan R. Wijaya. 2019. Pengaruh pemberian tepung ikan dan pupuk NPK mutiara terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah (*arachis hypogaea* l.). Jurnal Ilmiah Rhizobia, 1(2): 118-130.
- Hasibuan, I., Prihanani, dan M. Puspitasari. 2021. Parameter kematangan fisik, kimia, dan biologis pupuk bokashi ikan rucah. Jurnal Agroqua, 19(2): 212-219.
- Karo, B. 2015. Peningkatan produksi kubis bunga melalui pemupukan boron dan ikan. Stevia Jurnal pertanian dan lingkungan hidup, 2: 31-39
- Karo, B., A.E. Marpaung, G.A. Sopha. 2016. Respon produksi bibit G5 kentang (*Solanum tuberosum*) varietas tenggo terhadap pemberian pupuk ikan. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Agronomi Indonesia (PERAGI) Bogor. 841-848.
- Karo, B., A.E. Marpaung, dan S. Barus. 2018. Respon pemanfaatan pupuk organik ikan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kubis. Jurnal Agroteknosains, 2(2): 214-221.
- Karo, B. dan F. Manik. 2020. Observasi dan adaptasi 10 varietas bawang merah (*allium cepa*) di berastagi dataran tinggi basah. Jurnal Agroteknosains, 4(2): 1-9.
- Kusuma, A.A., E.H. Kardhinata, dan M.K. Bangun. 2013. Adaptasi beberapa varietas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada dataran rendah dengan pemberian pupuk kandang dan NPK. Jurnal online agroekoteknologi, 1(4): 908-919.
- Mahmudiyah, E. dan R. Soedradjad. 2018. Pengaruh pupuk organik dan teknik budidaya terhadap produksi padi dan ikan pada sistem mina padi. Agritrop, 16(1): 17 - 37.
- Manik, F., E.R. Palupi, and M.R. Suhartanto. 2019. BAP responses to the flowering and production on red onion varieties. JERAMI, 2(1): 29-39.
- Marpaung, A.E., B. Karo, dan K. Dinata. 2016. Pemanfaatan pupuk organik cair (POC) dari limbah pertanian asal sumber daya alami pada budidaya sayuran bawang daun (*Allium fistulosum* L.). Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Modern Mendukung Pertanian berkelanjutan, 316-322. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Balitbangtan Bengkulu.
- Marpaung, A.E., B.K. Udiarto, L. Lukman, dan Hardiyanto. 2018. Potensi pemanfaatan formulasi pupuk organik sumber daya lokal untuk budidaya kubis. Jurnal Hort., 28(2): 191-200.
- Motlagh, H.R., A. Mustafaeie, and K. Mansouri. 2011. Anti-cancer and anti-inflammatory activities of shallot (*Allium cepa* L.) extract. Arch. Med. Sci., 1: 38-44.
- Mutryarny, E., S.U. Endriani, dan Lestari. 2014. Pemanfaatan urine kelinci untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L) Varietas Tosakan. Jurnal Ilmiah Pertanian, 11(2): 23 - 34.
- Refliaty, G. Tampubolon, dan Hendriyansah. 2011. Pengaruh pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi terhadap perbaikan beberapa sifat fisik ultisol dan hasil kedelai (*Glycine max* L Merrill). Jurnal hidrolitan, 2(3): 103-114.
- Rusdi dan M. Asaad. 2016. Uji adaptasi empat varietas bawang merah di Kabupaten Kolaka Timur Sulawesi Tenggara. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, 19(3): 243-252.
- Shinkafi, S.A. and H. Dauda. 2013. Antibacterial activity of *Allium cepa* L. on some pathogenic bacteria associated with ocular infections. J App Med. Sci., 1(1): 147-151.
- Sinaga, E.M., E.S. Bayu, dan I. Nuriadi. 2013. Adaptasi beberapa varietas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di dataran rendah

- Medan. Jurnal online agroekoteknologi, 1(3): 404-417.
- Sinaga, A., A. Rajab, A.F. Suddin, Salim, dan Amisnaipa. 2021. Peningkatan produksi melalui penggunaan varietas unggul baru pada usahatani bawang merah. PANGAN, 30(1): 45 – 52.
- Sugiarti, U. dan Suprihana. 2015. Pemberian limbah ikan dan pemulsaan terhadap kualitas allin sebagai anti bakteri umbi bawang putih (*Allium sativum*) varietas lumbu putih. Buana sains, 15(1): 45-50.
- Sumarni, N., R. Rosliani, dan R.S. Basuki. 2012a. Respon pertumbuhan, hasil umbi, dan serapan hara NPK tanaman bawang merah terhadap berbagai dosis pemupukan NPK pada tanah Alluvial. Jurnal Hort., 22(4): 365-374.
- Sumarni, N., G.A. Sopha, dan R. Gaswanto. 2012b. Respons tanaman bawang merah asal biji *true shallot seeds* terhadap kerapatan tanaman pada musim hujan. Jurnal Hort., 22(1): 23-28.
- Supartha, I.Y., G. Wijaya, G.M. Adyana. 2012. Aplikasi jenis pupuk organik pada tanaman padi sistem pertanian organik. E-Jurnal agroekoteknologi tropika, 1(2): 98-106.
- Toissuta, B.R. 2018. Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair dari limbah ikan tuna (*Thunus SP*) terhadap pertumbuhan tanaman sawi. Jurnal Univera, 7: 52-60.
- Zahroh, F., Kusrinah, dan S. Setyawati. 2018. Perbandingan varietas pupuk organik cair dari limbah ikan terhadap pertumbuhan tanaman cabai (*Capsicum annum L.*). Journal of Biology and Applied Biology Al-Hayat, 1(1): 50-57.
- Zakiah, K., W. Erawan, dan M. Rahmat. 2018. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman wortel (*Daucus carota L.*) akibat pemberian urin kelinci. Jagros. 2(2): 130-137.

N.S. Khodijah · Arisandi, R. · H.M. Saputra · R. Santi

Pertumbuhan dan hasil kangkung akuaponik dengan perlakuan berbagai jenis pupuk foliar dan padat tebar lele pada sistem Budikdamber lele-kangkung

Sari. Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) adalah sayuran potensial untuk dikembangkan pada sistem akuaponik. Kelemahan akuaponik adalah nutrisi yang hanya bertumpu pada sisa pakan dan kotoran ikan, sehingga tanaman memerlukan pasokan hara dari sumber lain. Pemberian pupuk foliar merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan hasil kangkung pada sistem akuaponik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis pupuk foliar dan padat tebar lele terhadap hasil kangkung pada sistem akuaponik menggunakan budidaya ikan dalam ember (Budikdamber). Penelitian ini dilakukan mulai Oktober sampai Desember 2021 di unit Penelitian Universitas Bangka Belitung. Percobaan menggunakan Rancangan Split Plot dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama (petak utama), yaitu padat tebar lele (P), yang terdiri dari 3 taraf perlakuan, yaitu: 10 ekor/50 liter air; 15 ekor/50 liter air; dan 20 ekor/50 liter air. Faktor kedua (anak petak), yaitu jenis pupuk foliar (J), yang terdiri dari 3 taraf perlakuan, yaitu tanpa pupuk foliar (kontrol); pupuk jenis ke-1 (N 20%, P 15%, K 15%, dan Mg 1%); dan pupuk jenis ke-2 (N 32%, P 10%, K 10%, dan Mg 0,1%). Peubah pertumbuhan dan hasil kangkung yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, biomassa tanaman, berat panen, berat basah tajuk, berat basah akar, berat kering tajuk, berat kering akar, volume akar, luas daun, warna daun, dan diameter batang. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan jenis pupuk foliar dengan padat tebar lele terhadap pertumbuhan kangkung akuaponik sistem Budikdamber. Hasil pengaruh mandiri perlakuan pupuk foliar dengan komposisi N lebih tinggi (Komposisi N 32%, P 10%, K10% dan Mg 0,1%) lebih baik untuk mendukung pertumbuhan tajuk dibanding jenis pupuk foliar dengan komposisi N lebih rendah dan kandungan P, K dan Mg lebih tinggi (komposisi N 20%, P 15%, K15% dan Mg 1%), tetapi belum menyebabkan pertumbuhan akar lebih baik. Perlakuan padat tebar lele (10, 15, dan 20 ekor per 50 liter air) belum menunjukkan perbedaan nyata untuk semua peubah pada pertumbuhan dan produksi kangkung.

Kata Kunci: Akuaponik · Kangkung · Padat tebar lele · Pupuk foliar.

Growth and yield of aquaponic water spinach treated with various types of foliar fertilizer and stocking density of catfish in the water spinach-catfish mix farming (Budikdamber)

Abstract. Water spinach (*Ipomoea reptans* Poir) is a potential vegetable to be developed in aquaponics system. The weakness of aquaponics is that nutrients only rely on leftover feed and fish manure, so plants need nutrients from other sources. The application of foliar fertilizer is one of the efforts made to increase the yield of water spinach in the mix farming-aquaponic system namely Budikdamber. This study aims to determine the effect of foliar fertilizer and catfish stocking density on water spinach yields in the aquaponic system. This research was conducted from October to December 2021 at the Research unit of the University of Bangka Belitung. Two factorial split plot plots design were used. The first factor (main plot) was the catfish stocking density (P) that consisted of 3 levels, i.e. 10 fish per 50 liters of water; 15 fish per 50 liters of water; and 20 fish per 50 liters of water. The second factor (sub plot) was the type of foliar fertilizer (J) that also consisted of 3 levels, i.e., without foliar fertilizer (control); 1st type of fertilizer (N 20%, P 15%, K 15%, and Mg 1%); and the 2nd type of fertilizer (N 32%, P 10%, K 10%, and Mg 0.1%). Observed growth and yield variables were plant height, number of leaves, plant biomass, harvest weight, shoot wet weight, root wet weight, shoot dry weight, root dry weight, root volume, leaf area, leaf color, and stem diameter. There was no interaction between the treatment of foliar fertilizer and catfish stocking density on the growth of aquaponic water spinach. The independent effect of foliar fertilizer treatment with a higher N composition (N 32%, P 10%, K10% and Mg 0.1%) was better for supporting shoot growth than foliar fertilizers with a lower N composition (N 20%, P 15%, K15% and Mg 1%), but it was not cause better root growth. Catfish stocking density treatments (10, 15, and 20 fish per 50 liters of water) did not show significant differences for all observed variables of water spinach.

Keywords: Aquaponics · Water spinach · Catfish stocking density · Foliar fertilizer

Diterima : 27 Desember 2021, Disetujui : 9 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022

DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.37436](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.37436)

Khodijah, N.S. · R. Arisandi · H.M. Saputra · R. Santi
Program Studi Agroteknologi Universitas Bangka Belitung, Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Balunijuk,
Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka, 3211
Korespondensi: nyayukhodijah@yahoo.co.id

Khodijah, N.S. *et al.* : Pertumbuhan dan hasil kangkung akuaponik dengan perlakuan berbagai jenis pupuk foliar dan padat tebar lele pada sistem budikdamber lele-kangkung

Pendahuluan

Tanaman kangkung merupakan jenis sayuran daun yang banyak digemari oleh masyarakat untuk dikonsumsi. Tanaman kangkung memiliki kandungan gizi yang cukup banyak sehingga dapat menjadi penyedia gizi yang baik untuk masyarakat luas. Tanaman kangkung mengandung vitamin A, vitamin C, kalsium, zat besi, dan fosfor yang baik untuk tubuh (Ahmad *et al.*, 2021). Tanaman kangkung sangat mudah untuk dibudidayakan serta umur panen yang relatif cepat, karena tanaman kangkung merupakan jenis tanaman semusim yang berumur pendek. Tanaman kangkung dapat tumbuh dengan baik di dataran tinggi maupun rendah sehingga hampir seluruh wilayah Indonesia dapat ditanami tanaman kangkung (Sakdiah *et al.*, 2017). Tanaman kangkung umumnya dibudidayakan secara langsung pada lahan pertanian, namun dapat juga dibudidayakan secara modern melalui teknik hidroponik dan akuaponik. Budidaya tanaman kangkung secara akuaponik menjadi salah satu metode yang paling digemari masyarakat pada saat ini.

Akuaponik merupakan kegiatan budidaya tanaman pada media air yang dikombinasikan dengan budidaya ikan pada satu wadah atau tempat. Teknologi akuaponik merupakan penggabungan antara akuakultur dan hidroponik menjadi satu sistem untuk mengoptimalkan fungsi air dan ruang sebagai media budidaya (Nugroho *et al.*, 2012). Akuaponik menjadi salah satu teknik budidaya yang sangat penting untuk masyarakat perkotaan, karena selain mudah diaplikasikan juga dapat mengoptimalkan lahan yang sempit. Keunggulan dari sistem akuaponik adalah adanya proses integrasi dari perakaran tanaman, dimana limbah nitrogen dari kotoran ikan pada air dapat dikurangi dengan cara diserap oleh akar sebagai sumber nutrisi (Darmawan *et al.*, 2020). Salah satu teknik akuaponik yang dapat digunakan pada lahan sempit yaitu dengan sistem budidaya ikan dalam ember (Budikdamber).

Salah satu kombinasi tanaman-ikan yang populer untuk Budikdamber saat ini adalah lele dengan kangkung. Kangkung banyak digunakan sebagai tanaman akuaponik antara lain karena kangkung mudah beradaptasi di kondisi jenuh air. Kondisi ini didukung oleh

kemampuan morfologi kangkung yang mempunyai jaringan aerenkhima pada batangnya (Nurmala *et al.*, 2017).

Keunggulan dari akuaponik kangkung-lele adalah hemat air, *zero waste*, mudah dalam perawatan, serta bebas dari bahan kimia (Habiburrohman, 2018). Limbah kotoran lele mengandung hara makro yang dapat diserap tanaman sebagai sumber nutrisi. Kandungan hara makro yang terdapat pada limbah kotoran lele adalah nitrogen total 1,32%, fosfor total 2,64%, dan kalium total 0,35% (Andriyeni *et al.*, 2017). Kekurangan dari budidaya tanaman secara akuaponik adalah hanya memanfaatkan hara dari sisa kotoran dan pakan ikan sebagai sumber nutrisi, sehingga pertumbuhan tanaman cenderung terhambat karena kekurangan nutrisi.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman akuaponik adalah dengan memberikan pupuk foliar sebagai input hara tambahan. Pupuk foliar merupakan jenis pupuk yang diaplikasikan pada tanaman melalui daun dengan cara penyemprotan. Pupuk foliar umumnya sering disebut juga sebagai pupuk daun. Pemberian 3 g/L pupuk foliar J1 yang dikombinasikan dengan 10mL/L EM4 memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kangkung (Anam dan Amiroh, 2017). Pemberian pupuk foliar Growmore pada dosis 2,28 g/L memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan tanaman kangkung (Moerhasrianto, 2011). Aplikasi pupuk foliar pada tanaman akuaponik tidak bersentuhan langsung dengan media air sehingga menjaga keseimbangan media tumbuh ikan agar tetap sesuai untuk kehidupan ikan.

Padat tebar ikan merupakan salah satu aspek penting sebagai penyedia hara bagi tanaman akuaponik pada sistem Budikdamber. Padat tebar ikan berbanding lurus pada jumlah limbah kotoran yang dihasilkan. Semakin tinggi padat tebar ikan, maka semakin banyak pula limbah kotoran yang dihasilkan. Dengan demikian, hara yang dihasilkan dari limbah kotoran ikan juga akan lebih banyak. Limbah atau kotoran ikan pada sistem akuaponik diubah oleh mikroorganisme menjadi nutrisi yang bermanfaat sebagai pupuk bagi tanaman (Febri *et al.*, 2019). Perlakuan kepadatan ikan memberikan pengaruh nyata terhadap semua variabel pengamatan pada tanaman pakcoy akuaponik dengan hasil terbaik pada kepadatan 40 ekor (Karimah *et al.*, 2021).

Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan penelitian mengenai respons pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung akuaponik pada pemberian berbagai jenis pupuk foliar dan padat tebar lele pada sistem Budikdamber untuk mengetahui jenis pupuk foliar dan padat tebar lele terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung akuaponik.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 sampai dengan Desember 2021 di Kebun Penelitian dan Percobaan Universitas Bangka Belitung. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ember berukuran volume 60 liter, gelas plastik, kawat, sprayer, TDS meter, thermohyrometer, luxmeter, tang, dan solder. Bahan yang digunakan yaitu bibit ikan lele ukuran 10-15 cm, benih kangkung, pelet ikan, arang sekam, EM4, AB Mix (sebagai pemeliharaan awal). Hara jenis foliar yang digunakan adalah J1 (kandungan P,K dan Mg lebih tinggi), dan hara jenis J2 (kandungan N lebih tinggi), berikut data kandungan hara foliar yang digunakan berikut.

Tabel 1. Kandungan hara pupuk foliar(*)

Jenis hara	J1	J2
	(%)	
Nitrogen	20	32
Fosfor	15	10
Kalium	15	10
Magnesium	1	0,1

*Sumber. <https://nonatani.id/pupuk-growmore/gandasil> 2020.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial split plot dengan dua faktor. Faktor pertama sebagai petak utama, yaitu padat tebar lele (P), yang terdiri dari 3 taraf perlakuan, yaitu: 10 ekor/50 liter air (P1); 15 ekor/50 liter air (P2); dan 20 ekor/50 liter air (P3). Faktor kedua sebagai anak petak, yaitu jenis pupuk foliar (J), yang terdiri dari 3 taraf perlakuan, yaitu tanpa pupuk foliar (kontrol, J0); pupuk jenis J1 (N 20%, P 15%, K 15%, dan Mg 1%); dan pupuk jenis J2 (N 32%, P 10%, K 10%, dan Mg 0,1%). Total terdapat 9 kombinasi perlakuan yang diulangi sebanyak 3 kali, sehingga didapatkan 27 unit percobaan.

Setiap unit percobaan menggunakan 6 tanaman sehingga total terdapat 162 populasi tanaman. Sebanyak 6 tanaman setiap unit percobaan merupakan sampel. Aplikasi padat tebar lele dilakukan pada awal penelitian sebelum tanaman kangkung dipindahkan ke Budikdamber. Bibit lele yang digunakan memiliki ukuran sekitar 10 – 15 cm. Aplikasi pupuk foliar dilakukan dengan cara disemprotkan sebanyak 2 kali, yaitu pada umur 19 dan 24 hari setelah semai dengan dosis setiap pupuk foliar sebanyak 3 g/L air. Pupuk foliar disemprotkan sebanyak 5 kali atau sampai daun basah semua. Peubah pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung yang diamati yaitu: warna daun (menggunakan Munsell *colour chart*), tinggi tanaman, jumlah daun (diamati setiap umur 4 – 26 hari setelah tanam (HST)), berat basah tajuk, berat panen, berat kering tajuk, diameter batang, luas daun, berat basah akar, berat kering akar, dan volume akar. Semua peubah diamati pada akhir penelitian, kecuali jumlah daun.

Data dianalisis dengan uji statistik yaitu analisis sidik ragam atau uji F dengan tingkat kepercayaan 95%. Analisis ini dilakukan apabila data yang diperoleh berdistribusi normal. Uji F dipilih sebagai uji statistik untuk mengetahui apakah perlakuan yang diberikan berpengaruh terhadap peubah yang diamati. Apabila diperoleh hasil yang berpengaruh, maka dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*). Analisis data dilakukan menggunakan program aplikasi SAS.

Hasil dan Pembahasan

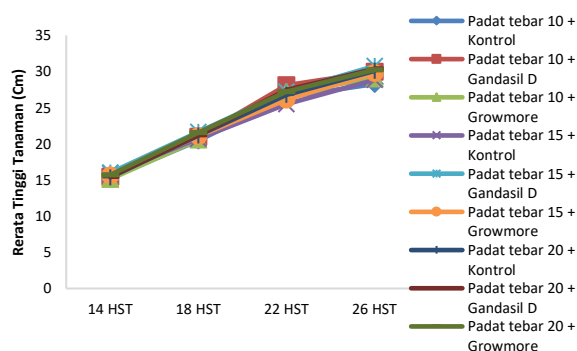
Hasil pengamatan visual warna daun menunjukkan bahwa terdapat perbedaan warna daun berdasarkan Munsell *colour chart* (Tabel 2). Nilai *Value* menunjukkan gelap terangnya warna daun, dimana semakin kecil nilai *Value* maka semakin gelap warna suatu daun. Nilai *Chroma* menunjukkan gradasi kemurnian warna spektrum daun. Perlakuan padat tebar lele yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk foliar memberikan hasil warna daun dengan kode 5 GY 4/8 dan 5GY 4/6, sedangkan perlakuan padat tebar lele tanpa pemberian pupuk foliar memberikan hasil warna daun dengan kode 5 GY 5/8 dan 5 GY 5/6.

Tabel 2. Hasil pengamatan visual warna daun tanaman kangkung pada umur 30 HST menggunakan buku *Munsell Color Charts For Plant Tissues*

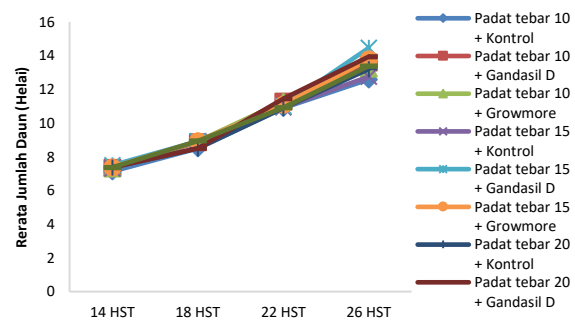
Perlakuan padat tebar	Perlakuan jenis pupuk foliar		
	Kontrol (J0)	J1	J2
P1	5 GY 5/8	5 GY 4/8	5 GY 4/8
P1	5 GY 5/8	5 GY 4/8	5 GY 4/8
P3	5 GY 5/6	5 GY 4/8	5 GY 4/6

Perbedaan warna tersebut disebabkan kandungan klorofil pada daun tanaman yang diberi pupuk foliar lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberikan pupuk foliar. Banyak sedikitnya kadar klorofil dalam daun sangat dipengaruhi oleh nitrogen yang terkandung dalam larutan hara nutrisi yang diberikan (Gunawan dan Daningsih, 2019). Berdasarkan data kandungan pupuk foliar yang digunakan (Tabel 1), pupuk J1 lebih unggul pada kandungan P, K dan Mg dibanding J2, namun jenis pupuk J2 lebih unggul kandungan pupuk N.

Pupuk foliar mengandung unsur hara yang penting dalam pembentukan klorofil seperti N, Mg, dan Fe, sehingga dengan pengaplikasian pupuk foliar pada tanaman menyebabkan daun tanaman cenderung lebih hijau. Pembentukan klorofil dipengaruhi oleh genetika tanaman, cahaya matahari, serta unsur hara N, Mg, dan Fe yang berperan sebagai pembentuk dan katalis klorofil (Pratama dan Layli, 2015). Kekurangan unsur hara N, Mg, dan Fe membuat daun mengalami gejala klorosis yang membuat warna daun tampak kekuningan karena kandungan klorofil pada daun rendah. Rendahnya kandungan klorofil juga berpengaruh terhadap proses fotosintesis tanaman, dimana proses fotosintesis cenderung lambat sehingga menghambat pertumbuhan tanaman.



Gambar 1. Grafik pertumbuhan tinggi tanaman kangkung pada 14, 18, 22, dan 26 HST



Gambar 2. Grafik rerata jumlah daun tanaman kangkung

Pengaruh interaksi tidak terlihat nyata pada penelitian ini. Hal ini diduga karena pengaruh pupuk foliar meningkatkan pertumbuhan tajuk, sementara pengaruh padat tebar belum nyata bekerja optimal sebagai pemasok hara. Waktu pertumbuhan hanya 14 hari dari perlakuan diduga menyebabkan penguraian amoniak belum optimal, sehingga faktor padat tebar lele gagal memberikan pengaruh nyata pada setiap taraf pupuk foliar.

Pengamatan pertumbuhan tinggi dan jumlah daun diamati pada 14, 18, 22 dan 26 hari HST (Gambar 1 dan 2). Peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun akibat perlakuan jenis pupuk foliar dan padat tebar optimal pada 18 HST ke 22 HST relatif lebih banyak dibandingkan periode sebelum (14 HST ke 18 HST) dan sesudahnya (22 HST dan 26 HST).

Hasil uji lanjut DMRT dilakukan untuk membandingkan pemberian pupuk jenis J1 dengan J2 pada peubah tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, berat panen, kering tajuk, dan diameter batang (Tabel 3). Pemberian pupuk foliar dengan komposisi N lebih tinggi (J2) maupun P, K, dan Mg lebih tinggi (J1) cenderung lebih baik dibandingkan kontrol dalam mempengaruhi pertumbuhan tajuk, tetapi belum menyebabkan pertumbuhan akar lebih baik. Pupuk J1 terlihat cenderung menyebabkan pertumbuhan akar lebih tinggi dibandingkan pupuk J2 (Tabel 4).

Sistem akuaponik dengan pengayaan hara melalui daun menyebabkan penyediaan hara yang diperlukan selama masa pertumbuhan menjadi lebih banyak dan lebih seimbang (Anam dan Amiroh, 2017). Nutrisi tanaman N, P, K, dan Mg yang dimiliki oleh pupuk yang diaplikasikan dapat berperan sebagai sumber energi dalam proses sintesis dan metabolisme sel yang dibutuhkan selama proses pertumbuhan tanaman (Wulandari *et al.*, 2018).

Tabel 3. Tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, berat panen, berat kering tajuk, diameter batang, dan luas daun pada perlakuan Jenis pupuk foliar dan padat tebar lele

Jenis pupuk foliar	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Berat Basah Tajuk (g)	Berat Panen (g)	Berat kering tajuk (g)	Diameter batang (cm)	Luas daun (cm ²)
Padat tebar lele							
P1	29,08 a	13,22 a	22,66 a	33,20 a	2,19 a	0,54 a	16,80 a
P2	29,79 a	13,78 a	23,46 a	34,36 a	2,40 a	0,57 a	16,27 a
P3	30,24 a	13,56 a	25,15 a	36,93 a	2,49 a	0,58 a	18,63 a
Jenis pupuk foliar							
J0	29,06 b	12,89 b	22,11 c	33,12 b	2,18 c	0,53 b	16,52 a
J1	30,37 a	14,00 a	25,32 a	36,13 a	2,56 a	0,58 a	18,72 a
J2	29,68ab	13,67 a	23,85 b	35,22 a	2,33 b	0,57 ab	16,47 a
KK	2,6	3,49	5,54	5,54	7,02	13,76	14,31

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT pada taraf kepercayaan 95%. KK = Koefisien keragaman

Berdasarkan hasil penelitian ini, jenis komposisi hara N, P, K, dan Mg yang berbeda menghasilkan respons pertumbuhan yang tidak berbeda nyata, namun lebih baik dibandingkan kontrol. Proses penyerapan hara makro dan mikro dari pupuk yang diaplikasikan melalui daun akan lebih cepat dibandingkan dengan pemupukan lewat tanah (Sudarmaji *et al.*, 2020).

Kandungan N yang tinggi pada J2 mampu meningkatkan pertumbuhan pupus dibandingkan kontrol. Hal ini sejalan dengan pendapat Anam (2014) bahwa pupuk foliar umumnya bertujuan membantu proses penyediaan unsur hara, terutama nitrogen yang penting dalam proses fotosintesis dan metabolisme pada fase pertumbuhan vegetatif tanaman.

Penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan P, K, dan Mg yang lebih tinggi pada pupuk foliar jenis J1 memberikan pertumbuhan yang tidak jauh berbeda dengan pupuk foliar dengan N yang lebih rendah pada pupuk foliar J2. Keberadaan fosfat dan kalium memberikan peran penting dalam pembentukan beberapa karbohidrat dan protein yang sangat penting dalam proses metabolisme dan sintesis dalam sel tanaman (Wardhani, 2019), sehingga di beberapa peubah kombinasi hasil tertinggi tidak konsisten antara jenis J1 dan J2.

Peningkatan kandungan hara P dan Mg pada pupuk J1 dapat setara dengan J2 (Tabel 3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pemberian pupuk foliar J2 menyebabkan tinggi tanaman dan jumlah daun meningkat secara signifikan. Peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang menyebabkan berat basah tajuk dan berat panen yang dihasilkan juga meningkat. Jumlah daun yang terbentuk akan menyebabkan proses fotosintesis dan hasil fotosintat meningkat (Edi, 2014). Tingginya penyerapan fotosintat pada bagian tajuk akan

mempengaruhi berat basah tajuk dan berkorelasi lurus dengan berat kering tajuk yang dihasilkan (Surtinah, 2018).

Tabel 4. Berat basah akar, berat kering akar, dan volume akar pada perlakuan jenis pupuk foliar dan padat tebar lele

Perlakuan	Berat basah akar(g)	Berat kering akar(g)	Volume akar (mL)
Padat tebar lele			
P1	4,74 a	0,33 a	5,12 a
P2	4,51 a	0,31 a	4,75 a
P3	4,63 a	0,33 a	4,99 a
Jenis pupuk foliar			
Kontrol (J0)	4,59 a	4,91 a	0,30 a
J1	4,66 a	5,01 a	0,34 a
J2	4,62 a	4,95 a	0,33 a
KK	13,76	14,55	13,76

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT pada taraf kepercayaan 95%. KK = Koefisien keragaman

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan pupuk foliar tidak berpengaruh nyata pada pertumbuhan akar. Hal ini terlihat pada peubah pengamatan akar seperti berat basah akar, berat kering akar, dan volume akar (Tabel 4). Hal tersebut diduga karena pengaplikasian pupuk foliar dilakukan secara langsung melalui daun, sehingga pertumbuhan akar menjadi terhambat karena daun menggantikan fungsi akar sebagai organ penyerap unsur hara.

Pengaplikasian pupuk foliar dapat menyebabkan serapan unsur hara yang dibutuhkan tanaman melalui akar menjadi terhambat (Manurung *et al.*, 2020). Akar umumnya tumbuh dan berkembang sangat cepat saat fungsinya sebagai organ penyerap. Fungsi penyerapan hara oleh perakaran yang berkurang akan menyebabkan penurunan

pertumbuhan akar. Biomassa akar dan volume akar sangat dipengaruhi oleh jumlah akar sehingga semakin banyak jumlah akar maka biomassa akar dan volume akar akan ikut meningkat (Rahmadhani *et al.*, 2020). Kondisi yang terjadi pada penelitian ini menunjukkan kecenderungan pengaruh perlakuan pupuk foliar J2 yang sudah lebih unggul pada pertumbuhan tajuk (Tabel 3), tetapi relatif lebih rendah pada pertumbuhan akar (Tabel 4).

Berdasarkan keseluruhan hasil dapat disimpulkan bahwa belum ada konsistensi penambahan padat tebar terhadap pertumbuhan kangkung. Perlakuan padat tebar lele tidak berbeda nyata antar perlakuan (Tabel 3 dan 4) untuk peubah tajuk dan akar. Hal ini mungkin disebabkan pertumbuhan kangkung berlangsung dalam waktu singkat 26 hari, dengan waktu penerapan di kondisi akuaponik hanya 14 hari. Penyediaan nutrisi hasil dekomposisi sisa pakan dan kotoran ikan belum nyata menyumbangkan hara tersedia untuk pertumbuhan kangkung hidroponik ini.

Amoniak yang dihasilkan dari penguraian sisa pakan dan kotoran lele belum terurai sempurna untuk dapat diserap perakaran kangkung. Hal yang tidak sejalan ditemui pada penelitian Fanani *et al.* (2018), dimana pada penelitian ini perlakuan padat tebar lele berpengaruh nyata terhadap kandungan amoniak dalam media Budikdamber, sehingga semakin tinggi padat tebar lele yang diberikan maka semakin tinggi pula amoniak yang dihasilkan. Penelitian lain menyebutkan nutrisi yang berasal dari feses ikan dan sisa pakan terurai menjadi nutrisi anorganik di dalam air sehingga dapat diserap oleh tanaman sebagai sumber hara nutrisi (Hasan *et al.*, 2017).

Amoniak (NH_3) merupakan bentuk nitrogen yang belum dapat diserap secara langsung oleh tanaman, sehingga perlu diubah terlebih dahulu menjadi nitrat (NO_3^-) agar dapat diserap oleh tanaman melalui proses nitrifikasi dengan bantuan bakteri. Ketersediaan bakteri nitrifikasi dalam media Budikdamber mempengaruhi jumlah nitrat yang tersedia untuk diserap oleh tanaman. Tanaman tidak dapat menyerap nitrogen dalam bentuk amoniak meskipun kadar amoniak tinggi dalam media Budikdamber. Dengan demikian, tidak berpengaruhnya padat

tebar lele terhadap pertumbuhan tanaman kangkung pada penelitian ini dapat disebabkan karena kurangnya bakteri nitrifikasi.

Pemberian probiotik EM4 pada media air pada awal tahap persiapan media yang seharusnya mampu menyediakan bakteri positif yang berperan dalam perombakan amoniak menjadi nitrat sehingga tersedia dan dapat diserap oleh tanaman. Adanya tanaman yang berperan sebagai resirkulasi membuat kualitas air lebih baik dan meningkatkan peluang bakteri baik untuk tumbuh dan berkembang mengurai bahan-bahan organik maupun anorganik dalam air menjadi hara nutrisi bagi tanaman (Nursandi, 2018). Aplikasi probiotik tersebut seolah-olah menjadi tidak efektif karena padat tebar lele tidak memperlihatkan perbedaan pertumbuhan tanaman.

Kesimpulan

Tidak terdapat interaksi antara perlakuan jenis pupuk foliar dengan padat tebar lele terhadap pertumbuhan kangkung akuaponik. Perlakuan pupuk foliar dengan komposisi N lebih tinggi (Komposisi N 32%, P 10%, K10% dan Mg 0,1%) cenderung sama baik dengan jenis pupuk foliar yang mengandung P, K dan Mg lebih tinggi (komposisi N 20%, P 15%, K15% dan Mg 1%), dalam mempengaruhi pertumbuhan tajuk dan hasil panen, tetapi tidak menyebabkan pertumbuhan akar lebih baik. Perlakuan padat tebar lele belum menunjukkan perbedaan nyata untuk semua peubah pertumbuhan dan hasil kangkung.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian dosen skema Akselerasi Universitas Bangka Belitung Tahun 2021, No. 478.H/UN50/L/PP/2021. Terima kasih kepada rekan mahasiswa, Abdul, Aswari, Vabelta, Herlin, Miranti, Nanda, Hairil, Dairobi, dan Ulfa yang sudah ikut serta dalam mempersiapkan dan berpartisipasi aktif dalam rangkaian penelitian akselerasi ini.

Daftar Pustaka

- Ahmad, Sunawan, dan S. Agus. 2021. Pengaruh komposisi media tanam dan dosis pupuk npk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung darat (*Ipomea reptans* Poir). JURNAL AGRONISMA, 9(1): 1-8.
- Anam, C. 2014. Pengaruh penggunaan pupuk pelengkap cair (ppc) super green dan jarak tanam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Jurnal Saintis, 6(1): 13-26.
- Anam, C. dan A. Amiroh. 2017. Pengaruh em4 dan pupuk J1 terhadap pertumbuhan dan produksi kangkung (*Ipomea reptans* L.). Saintis, 9(2): 171-180.
- Andriyeni, Firman, Nurseha, dan Zulkhasyni. 2017. Studi potensi hara makro air limbah budidaya lele sebagai bahan baku pupuk organik. JURNAL AGROQUA, 15(1): 71-75.
- Darmawan, M., Irmawati, dan R. Asmuliani. 2020. pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa*) dan ikan lele (*Clarias*) dengan sistem akuaponik. Agrium, 22(3): 157-161.
- Edi, S. 2014. Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung darat (*Ipomea reptans* Poir). Jurnal Bioplantae, 3(1): 17-24.
- Fanani, A.N., B.S. Rahardja, dan Prayogo. 2018. Efek padat tebar ikan lele dumbo (*Clarias* Sp.) yang berbeda terhadap kandungan amonia (NH_3) dan nitrit (NO_2) dengan sistem bioflok. Journal of Aquaculture Science, 3(2): 182-190.
- Febri, S.P., F. Alham, dan A. Afriani. 2019. Pelatihan Budikdamber (budidaya ikan dalam ember) di Desa Tanah Terban Kecamatan Karang Baru Kabupaten Aceh Tamiang. Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh, Oktober 2019. Hlm. 12-17.
- Gunawan, D.I. dan E. Daningsih. 2019. Pertumbuhan kangkung darat (*Ipomea reptans* Poir) pada media praktikum hidroponik rakit apung dengan perbedaan nutrisi. Seminar Nasional Pendidikan MIPA dan Teknologi (SNPMT II) 2019. Universitas Tanjungpura. Pontianak, 9 September 2019. Hlm. 15-27.
- Habiburrohmah, H. 2018. Aplikasi teknologi akuaponik sederhana pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). [Skripsi]. UIN Raden Intan Lampung. Lampung.
- Hasan, Z., Y. Andriani, Y. Dhahiyat, A. Sahidin, dan M.R. Rubiansyah. 2017. Pertumbuhan tiga jenis ikan dan kangkung darat (*Ipomea reptans* Poir) yang dipelihara dengan sistem akuaponik. Jurnal Iktiologi Indonesia, 17(2): 175-184.
- Karimah, N. 2021. Efektivitas kepadatan ikan lele (*Clarias*) terhadap pertumbuhan dan produksi berbagai varietas tanaman pakcoy (*Brassica rapa* Kultivar chinesis) dengan sistem akuaponik. [Skripsi]. Universitas Jember. Jember.
- Manurung, F.S., Y. Nurchayati, dan N. Setiari. 2020. Pengaruh pupuk daun J1 terhadap pertumbuhan, kandungan klorofil dan karotenoid tanaman bayam merah (*Alternanthera amoena* Voss.). Jurnal Biologi Tropika, 3(1): 24-32.
- Moerhasrianto, P. 2011. Respon pertumbuhan tiga macam sayuran pada berbagai konsentrasi nutrisi larutan hidroponik. [Skripsi]. Universitas Jember. Jember.
- Nugroho, R.A., T.P. Lilik, C. Diana, dan H.C.H. Alfabetian. 2012. Aplikasi teknologi akuaponik pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi kapasitas produksi. Jurnal Saintek Perikanan, 8(1):46-51.
- Nurmala, T., A.W. Irwan, A. Wahyudin, dan F.Y. Wicaksono. 2017. Agronomi Tropis. Pustaka Giratuna. Bandung
- Nursandi, J. 2018. Budidaya ikan dalam ember "Budikdamber" dengan akuaponik di lahan sempit. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. Politeknik Negeri Lampung. Lampung, 08 Oktober 2018. Hlm. 129-136.
- Pratama, A.J. dan A.N. Laily. 2015. Analisis kandungan klorofil gandasuli (*Hedychium gardnerianum* Shephard ex Ker-Gawl) pada tiga daerah perkembangan daun yang berbeda. Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Malang. Hlm. 216-219.
- Rahmadhani, L.E., L.I. Widuri, dan P. Dewanti. 2020. Kualitas mutu sayur kasepak (kangkung, selada dan pakcoy) dengan sistem budidaya akuaponik dan hidroponik. Jurnal Agroteknologi, 14(1): 33-43.
- Sakdiah, R.L., T. Kharis, dan Priyono. 2017. Pengaruh konsentrasi pupuk daun dan volume penyiraman terhadap pertum-

- buhan dan hasil kangkung darat (*Ipomea reptans* poir). INNOFARM, 17(1):1-11.
- Sudarmaji, D., R. Muchtar, dan A.V.C. Kusumah. 2020. Respon tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) terhadap pupuk pelengkap cair pada sistem vertikultur. Jurnal Ilmiah Respati, 11(2): 171-179.
- Surtinah. 2018. Korelasi pertumbuhan organ vegetatif dengan produksi kedelai (*Glycine max*, (L) Meril). Seminar Nasional "Mitigasi Dan Strategi Adaptasi Dampak Perubahan Iklim Di Indonesia". Univ. Lancang Kuning. Pekanbaru, 23 April 2018. Hlm. 81-85.
- Wardhani, A.T. 2019. Uji pertumbuhan dan produksi tanaman sawi keriting (*Brassica juncea* L.) secara hidroponik dengan sumber nutrisi yang berbeda. [Skrispi]. Universitas Medan Area. Medan.
- Wulandari, A., K. Hendarto, T.D. Andalasari, dan S. Widagdo. 2018. Pengaruh dosis pupuk npk dan aplikasi pupuk daun terhadap pertumbuhan bibit cabai keriting (*Capsicum annuum* L.). Jurnal Agrotek Tropika, 6(1): 8-14.

Wicaksono, A.A. · D. Ustari · S. Pratiwi · S. Mubarak · A. Karuniawan

Pengujian karakter hasil dan komponen hasil klon ubi jalar berdaging putih berdasarkan analisis multivariat

Sari. Ubi jalar memiliki keragaman genetik yang luas sehingga potensi genetiknya dapat dikembangkan lebih lanjut. Ubi jalar berdaging putih memiliki kandungan pati paling tinggi dibandingkan dengan warna yang lain. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi karakter hasil dan komponen hasil klon ubi jalar berdaging putih. Percobaan dilakukan di tiga lokasi sentra produksi ubi jalar yakni Kabupaten Sumedang, Kabupaten Garut, dan Kabupaten Majalengka, Jawa Barat mulai bulan Desember 2019 hingga Desember 2020. Percobaan dilakukan dengan menguji 11 klon ubi jalar berdaging putih, yang terdiri atas 8 klon hasil persilangan dan 3 varietas cek menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan. Karakter yang diamati terdiri atas karakter hasil dan komponen hasil. Kekerabatan klon ubi jalar berdaging putih dinilai berdasarkan keragaman genetik masing-masing karakter menggunakan analisis multivariat yang meliputi analisis kluster dan *Principle Component Analysis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat variasi karakter hasil dan komponen klon ubi jalar berdaging putih pada tiga lokasi tanam. Jarak genetik berdasarkan analisis kluster di tiga lokasi tanam secara berurutan adalah 2,20 – 5,95 Euclidean; 2,74 – 5,13 Euclidean; dan 2,26 – 5,61 Euclidean. Berdasarkan hasil analisis multivariate, klon ubi jalar berdaging putih pada ketiga lokasi memiliki variasi yang tinggi. Hasil tersebut berguna untuk menyeleksi klon ubi jalar berdaging putih dalam program perakitan varietas tanaman.

Kata kunci: Hasil · Kluster · Komponen hasil · Multivariat · Ubi jalar berdaging putih

The trial of yield and yield component traits of white-fleshed sweet potato clones based on multivariate analysis

Abstract. Sweet potato has a wide genetic diversity so that its genetic potential can be developed further. White flesh sweet potato has the highest starch content compared to others. This study aimed to estimate the variation of yield and yield component traits of white fleshed sweet potato clones. The experiment was conducted at three regencies of sweet potato production center, i.e., Sumedang, Garut, and Majalengka, West Java, from December 2019 to December 2020. The experiment was carried out by testing 11 white-fleshed sweet potato clones consisting of 8 crossed clones and 3 check varieties by using Randomized Block Design (RBD) with three replications. Yield and yield component traits were observed. Estimation of relativity of white-fleshed sweet potato was evaluated based on the genetic diversity of each trait by using multivariate analysis included cluster and principal component analysis (PCA). The results showed that there were differences in genetic variability based on yield and yield component traits in three production centers. Genetic distance based on cluster analysis in three locations were 2.20-5.95 Euclidean; 2.74-5.13 Euclidean; and 2.26-5.61 Euclidean, respectively. Based on the results of multivariate analysis, white-fleshed sweet potato clones at the three locations had a high variation. These results are useful for selecting desired white-fleshed sweet potato clones in the plant breeding program.

Keywords: Yield · Cluster · Yield component · Multivariate · White-fleshed sweet potato

Diterima : 14 Januari 2022, Disetujui : 14 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022

DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.37825](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.37825)

Wicaksono, A.A.¹ · D. Ustari^{2,3} · S. Pratiwi⁴ · S. Mubarak⁵ · A. Karuniawan⁵

¹Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, 45363

²Program Studi Doktor Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, 45363

³Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Nusantara, Jl. Soekarno Hatta No.530, Sekejati, Kec. Buahbatu, Kota Bandung, Jawa Barat 40286

⁴Program Studi Sarjana Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, 45363

⁵Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, 45363

Korespondensi: agung.karuniawan@unpad.ac.id

Pendahuluan

Tren diversifikasi tanaman pangan semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Salah satu tanaman pangan yang dapat dikembangkan dalam tren tersebut adalah ubi jalar. Ubi jalar memiliki potensi sebagai bahan pangan, pakan ternak, bahan baku industri, dan sumber energi (Mukhopadhyay *et al.*, 2011; Waluyo *et al.*, 2015). Kandungan karbohidrat dan nutrisi yang tinggi menjadikan posisi ubi jalar strategis sebagai bahan pangan alternatif (Mustamu *et al.*, 2018). Berbagai keunggulan tersebut menjadikan ubi jalar sebagai tanaman penting untuk dikembangkan lebih lanjut.

Saat ini sejumlah varietas ubi jalar telah dilepas dengan berbagai warna daging ubi yang memiliki pemanfaatan yang berbeda. Ubi jalar berdaging putih baru memiliki dua varietas unggul yang telah dilepas dan banyak dibudidayakan oleh petani, yaitu AC Putih dan Sukuh. Ubi jalar berdaging putih memiliki kandungan pati paling tinggi dibandingkan dengan warna yang lain (Guo *et al.*, 2019). Pati pada ubi jalar berdaging putih memiliki karakter tingkat kemurnian pati yang lebih baik, kadar amilosa lebih tinggi, dan kadar abu yang lebih rendah (Ginting *et al.*, 2005), sehingga ubi jalar berdaging putih sangat potensial untuk bahan baku industri tepung. Saat ini kebutuhan pati masih dipenuhi dengan impor gandum yang mengalami kenaikan 15% per tahun sejak 2013 (BPS, 2020). Oleh karena itu, diperlukan varietas-varietas unggul baru ubi jalar berdaging putih agar dapat menjadi alternatif sumber pati lokal.

Ubi jalar memiliki keragaman genetik yang luas. Keragaman genetik tersebut dipengaruhi oleh susunan genetik alami tanaman yang tergolong heksaploid, kemampuan berbunga, dan sifat inkompatibilitas tanaman (Grüneberg *et al.*, 2015; Wadl *et al.*, 2018). Keragaman genetik berguna untuk menduga kemajuan genetik melalui seleksi (Barmawi *et al.*, 2013). Informasi yang cukup terkait keragaman genetik tanaman diperlukan dalam pengembangan varietas ubi jalar di masa depan.

Informasi keragaman merupakan dasar untuk pengembangan suatu tanaman. Estimasi keragaman genetik pada ubi jalar berdaging putih dapat dilakukan melalui identifikasi morfologi dengan pendekatan analisis

multivariat. Analisis multivariat merupakan pendekatan yang paling banyak digunakan dalam rangka mengestimasi variabilitas genetik (Ngailo *et al.*, 2016). Informasi yang diperoleh dari analisis multivariat dapat digunakan untuk menentukan hubungan dan potensi variasi genetik serta membantu dalam proses seleksi klon ubi jalar berdaging putih (Andrade *et al.*, 2016; Wadl *et al.*, 2018). Analisis yang sering digunakan adalah *Principle Component Analysis* (PCA, Analisis komponen utama) dan analisis kluster. Analisis komponen utama merupakan teknik untuk mengetahui seberapa besar suatu karakter berkontribusi terhadap keragaman sehingga hasilnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakter yang menjadi ciri suatu varietas (Afuape *et al.*, 2011). Penggunaan PCA ini memudahkan dalam estimasi pengelompokan sifat maupun genotipe tertentu yang memiliki keragaman.

Analisis kluster digunakan untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik yang dimilikinya. Data yang memiliki struktur kelompok yang jelas juga dapat menggunakan analisis ini (Jolliffe, 2002). Nilai Euclidean dalam analisis kluster mencerminkan jarak genetik masing-masing individu tanaman secara kuantitatif (Govindaraj *et al.*, 2015). Analisis ini mengklasifikasikan objek dengan setiap objek yang paling dekat kesamaannya dengan objek lain dalam kluster yang sama.

Lokasi yang dipilih untuk penelitian ini adalah tiga kabupaten di Jawa Barat, yakni Kabupaten Sumedang, Kabupaten Garut, dan Kabupaten Majalengka. Ketiga lokasi tersebut merupakan sentra produksi ubi jalar. Kabupaten Sumedang dipilih sebab terdapat Desa Cilembu yang merupakan daerah penghasil ubi jalar unggulan yang memiliki rasa manis yang khas. Menurut Solihin *et al.* (2017), Desa Cilembu memiliki karakteristik lahan yang berpengaruh terhadap kadar kemanisan dan produksi ubi jalar. Wilayah Karangpawitan Kabupaten Garut merupakan salah satu dari lima sentra utama ubi jalar di Jawa Barat (Humas Jabar, 2020). Lokasi kedua ini merupakan lahan sawah tadah hujan dengan karakteristik tanah bertekstur liat. Lokasi penelitian ketiga dilakukan di Kecamatan Maja dengan karakteristik lahan sawah irigasi bertekstur liat, yang merupakan salah satu wilayah di Majalengka yang lahan pertaniannya didominasi oleh ubi jalar. Rusliati *et al.* (2020) mengemukakan bahwa ubi jalar di daerah

tersebut menjadi peluang usaha produk pangan khas Majalengka. Pengujian pada tiga lokasi sentra produksi ubi jalar dilakukan untuk mengetahui keragaman dan kekerabatan genetik klon ubi jalar berdaging putih berdasarkan karakter hasil dan komponen hasil.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2019 sampai dengan Desember 2020 pada tiga lokasi di Jawa Barat (Tabel 1). Bahan yang digunakan adalah 11 klon ubi jalar berdaging putih, yang terdiri dari 8 klon hasil persilangan dan 3 klon sebagai varietas cek (Tabel. 2). Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Setiap klon ditanam pada plot 3 m × 5 m, sehingga jumlah populasi sebanyak 75 tanaman per klon per ulangan. Data karakter tanaman yang diamati sesuai dengan deskriptor ubi jalar (Gurmu *et al.*, 2013). Karakter hasil dan komponen hasil yang diamati terdiri dari panjang ubi (RL), diameter ubi (RD), jumlah ubi per tanaman (NRP), bobot ubi per tanaman (RWP), berat brangkas (WP), jumlah ubi ekonomis (NCR), bobot ubi ekonomis (WCR), jumlah ubi total (NR), bobot ubi total (YIELD), kadar kemanisan (BRIX), dan *Specific Gravity* (SG). Kekerabatan klon ubi jalar berdaging putih dinilai berdasarkan keragaman genetik masing-masing karakter. Analisis terhadap data menggunakan analisis kluster dan PCA dengan bantuan perangkat lunak *Numerical Taxonomy and Multivariate System* (NTSYS) (Prayudha *et al.*, 2019). Data dihitung menggunakan jarak *Euclidean* yang diproses melalui metode *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA) terstandar dan ditampilkan dalam bentuk dendrogram.

Tabel 1. Deskripsi lokasi penelitian

Lokasi	Temperatur (°C)	Titik Koordinat	Ketinggian Tempat	Tipe Iklim Oldeman
Cilembu, Kab. Sumedang	24,80	6°54'36,5"S 107°51'07,6"E	986 m dpl	C2
Karangpawitan, Kab. Garut	25,21	7°12'24,2"S 107°56'12,5"E	729 m dpl	C2
Maja, Kab. Majalengka	25,37	6°52'23,6"S 108°17'47,3"E	526 m dpl	C3

Keterangan: dpl = di atas permukaan laut

Deskripsi lokasi penelitian pada tiga lokasi di Jawa Barat dapat dilihat pada Tabel 1 dan daftar klon yang diuji dapat dilihat pada Tabel 2. Pengujian pada tiga lokasi bertujuan untuk mengetahui respon hasil dan komponen hasil klon ubi jalar berdaging putih pada agroekosistem dan ketinggian lokasi yang berbeda.

Tabel 2. Daftar klon yang diuji

No.	Kode	Nama Klon
1.	WF1	Kriting Maja
2.	WF2	Rancing (cek)
3.	WF3	Sukuh (cek)
4.	WF4	AC Putih (cek)
5.	WF5	M2 154 Kulit Ungu Daging Putih
6.	WF6	Sorong
7.	WF7	MBD Kulit Ungu Daging Putih
8.	WF8	44 (41)
9.	WF9	PR 119 Kulit Ungu Daging Putih
10.	WF10	LKPWKT
11.	WF11	PR 49 (412) Putih

Hasil dan Pembahasan

Variasi Karakter Hasil dan Komponen Hasil. Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, jumlah ubi total, dan bobot ubi total dipengaruhi oleh lingkungan dan interaksi genotip dengan lingkungan.

Berdasarkan Tabel 3, beberapa karakter memiliki nilai F hitung yang berbeda nyata dengan F tabel pada tiga agroekosistem, yaitu karakter bobot ubi per tanaman, jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, jumlah ubi total, dan bobot ubi total. Hal ini menunjukkan bahwa kelima karakter tersebut memiliki penampilan yang bervariasi dari setiap klon yang ditanam pada tiga agroekosistem tanam, yakni Kab. Sumedang, Kab. Garut, dan Kab. Majalengka.

Selain karakter yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap ketiga agroekosistem, terdapat beberapa karakter yang berbeda nyata pada masing-masing agroekosistem. Hasil analisis pada agroekosistem Kab. Sumedang menunjukkan bahwa karakter panjang ubi, jumlah ubi per tanaman, dan berat brangkasan menunjukkan perbedaan yang nyata dengan nilai *F* hitung lebih besar daripada *F* tabel. Karakter diameter ubi, berat brangkasan, dan kadar kemanisan menunjukkan pengaruh yang signifikan pada agroekosistem Kab. Garut. Agroekosistem Kab. Majalengka memberikan perbedaan yang nyata pada karakter panjang ubi, diameter ubi, kadar kemanisan, dan *specific gravity*. Beragamnya nilai hasil uji yang berbeda nyata pada karakter hasil dan komponen hasil pada percobaan ini menunjukkan adanya kontribusi faktor genetik setiap klon dan pengaruh agroekosistem yang mendukung terbentuknya penampilan karakter yang direspons berbeda oleh setiap klon. Perbedaan respons klon-klon tersebut merupakan indikator adanya interaksi genotip dengan lingkungan (Ebem *et al.*, 2021). Adanya interaksi genotip dengan lingkungan pada tiga agroekosistem akan memberikan dampak pada stabilitas hasil suatu klon yang diuji. Karakter jumlah ubi per tanaman, bobot ubi per tanaman, bobot brangkasan, jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, jumlah ubi total, dan bobot ubi total memiliki nilai KV lebih dari 20%. Besar kecilnya nilai KV dipengaruhi oleh banyak faktor, beberapa diantaranya adalah jenis percobaan, tanaman, dan karakter yang diukur (Gomez dan Gomez, 2016). Karakter-karakter yang memiliki nilai KV besar diakibatkan adanya interaksi genotip dengan lingkungan.

Principle Component Analysis (PCA).

Hasil PCA yang telah diperoleh dapat dimanfaatkan untuk membantu proses seleksi perakitan varietas tanaman dalam mengelompokkan klon-klon ubi jalar berdaging putih sesuai karakter yang dikehendaki. Karakter hasil dan komponen hasil semua klon ubi jalar yang diuji di lokasi Kab. Sumedang menunjukkan keragaman yang tinggi (Tabel 4). Analisis PCA yang dilakukan pada karakter hasil dan komponen hasil menunjukkan perbedaan tingkat keragaman yang ditunjukkan oleh perbedaan nilai *Eigenvalue* dan jumlah sumbu (PC) masing-masing karakter.

Analisis berdasarkan PCA memperlihatkan sumbu pertama (PC1) akan menunjukkan kemungkinan keragaman secara maksimal, dan kemungkinan keragaman yang tersisa akan dihipunkan sumbu berikutnya (Prayudha *et al.*, 2019). Nilai *Eigenvalue* pada karakter agronomi berkisar antara 5,774 - 0,107 dengan delapan sumbu yang digunakan (Tabel 4). Karakter yang berpengaruh terhadap keragaman ditentukan berdasarkan nilai diskriminan dengan nilai lebih dari 0,7 (Jolliffe, 2002). Sumbu yang digunakan pada masing-masing karakter menjadi komponen yang akan dianalisis lebih lanjut.

Keragaman pada karakter hasil dan komponen hasil terdiri dari delapan sumbu dengan nilai kumulatif 99,792%. Karakter yang berpengaruh terhadap keragaman dapat dilihat dari nilai diskriminan pada Tabel 4. Keragaman pada sumbu pertama (PC1) sebesar 52,494%, yang dipengaruhi oleh karakter jumlah ubi per tanaman, bobot ubi per tanaman, berat brangkasan, jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, dan bobot ubi total yang memiliki nilai diskriminan lebih dari 0,7. Pada PC2, hanya

Tabel 3. ANOVA dan koefisien variasi dari 11 karakter hasil dan komponen hasil yang diamati

Karakter	Sumedang	Garut	Majalengka	GxE	KV (%)
RL	2,81*	1,76	4,93**	2,39**	14,85
RD	1,32	5,70**	2,62*	2,44**	16,94
NRP	5,12**	2,11	0,88	1,15	27,43
RWP	3,68**	5,59**	3,46**	1,42	25,23
WP	3,20*	7,58**	1,94	2,12*	34,42
NCR	3,47**	6,97**	3,21*	3,07**	39,65
WCR	2,40*	5,62**	3,16*	2,44**	41,22
NR	5,07**	11,65**	8,14**	4,98**	30,40
YIELD	3,31*	4,99**	11,73**	4,82**	30,07
BRIX	1,82	9,99**	5,17**	2,31**	9,48
SG	1,14	0,77	5,73**	1,26	2,90

Keterangan: *Berbeda nyata pada taraf 5%, **Berbeda nyata pada taraf 1%, GxE = interaksi genotip dengan lingkungan, KV = Koefisien Variasi

karakter kadar kemanisan yang menjadi sumber keragaman dengan nilai diskriminan 0,771. Tidak ada karakter yang memberikan kontribusi signifikan terhadap keragaman pada PC3 – PC8. Hasil analisis tersebut mengungkapkan bahwa keragaman karakter hasil dan komponen hasil ubi jalar berdaging putih disebabkan keragaman karakter jumlah ubi per tanaman, bobot ubi per tanaman, berat brangkasan, jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, bobot ubi total, dan kadar kemanisan. Identifikasi lanjutan pada data komponen utama dapat menentukan bagaimana suatu karakter mempengaruhi keragaman.

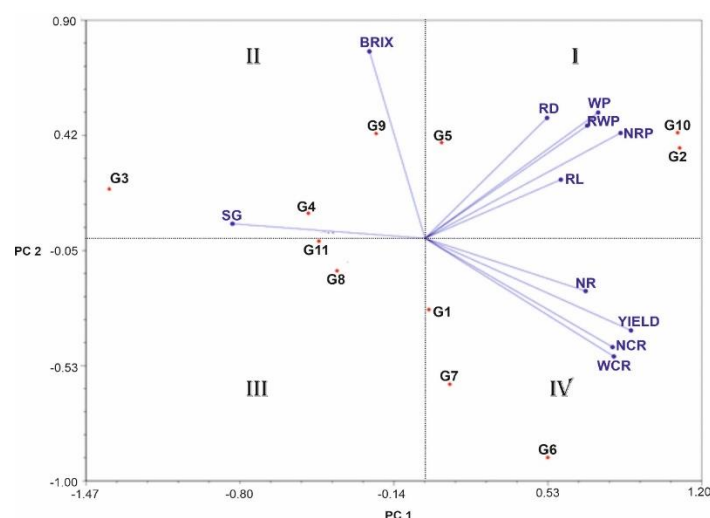
Tabel 4 menunjukkan terdapat karakter yang memberikan kontribusi positif dan kontribusi negatif pada pengelompokan. Jain

and Patel (2016) menyatakan bahwa karakter dengan nilai positif memiliki kontribusi signifikan terhadap keragaman pada kelompok yang sama, dan sebaliknya untuk karakter dengan nilai negatif memiliki kontribusi yang tidak signifikan. Karakter yang berkontribusi positif terhadap keragaman karakter hasil dan komponen hasil adalah jumlah ubi per tanaman, bobot ubi per tanaman, berat brangkasan, jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, dan bobot ubi total di PC1, serta kadar kemanisan di PC2. Hasil tersebut sesuai dengan yang diperoleh Anindita *et al.* (2020) pada tanaman kunyit yang mengungkapkan bahwa karakter hasil dan komponen hasil tanaman dapat menjadi sumber keragaman genetik pada kelompok kunyit.

Tabel 4. Hasil PCA ubi jalar berdaging putih pada lokasi Kab. Sumedang

Karakter	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
RL	0,588	0,242	0,490	0,454	0,302	0,222	0,047	0,068
RD	0,528	0,496	-0,091	-0,640	0,153	0,156	0,021	0,049
NRP	0,848	0,434	-0,104	-0,083	0,069	-0,235	0,093	-0,019
RWP	0,703	0,464	-0,418	0,199	0,177	-0,138	-0,100	0,110
WP	0,750	0,518	-0,134	0,213	-0,185	0,080	-0,134	-0,208
NCR	0,813	-0,448	0,162	-0,160	-0,128	0,097	-0,219	0,095
WCR	0,818	-0,487	-0,164	-0,080	0,049	0,223	0,033	-0,059
NR	0,696	-0,217	0,598	-0,099	-0,007	-0,306	-0,055	-0,007
YIELD	0,893	-0,379	0,095	-0,075	0,089	-0,028	0,138	-0,119
BRIX	-0,241	0,771	0,500	-0,142	-0,252	0,089	0,027	-0,001
SG	-0,834	0,060	0,163	-0,167	0,451	-0,024	-0,148	-0,132
Eigenvalue	5,774	2,207	1,150	0,805	0,479	0,317	0,134	0,107
Percentage (%)	52,494	20,068	10,461	7,319	4,360	2,890	1,218	0,979
Cumulative (%)	52,494	72,563	83,024	90,344	94,704	97,595	98,813	99,792

Keterangan: PC = Principal Component, RL = panjang ubi, RD = diameter ubi, NRP = jumlah ubi per tanaman, RWP = bobot ubi per tanaman, WP = berat brangkasan, NCR = jumlah ubi ekonomis, WCR = bobot ubi ekonomis, NR = jumlah ubi total, YIELD = bobot ubi total, BRIX = kadar kemanisan, SG = *specific gravity*



Gambar 1. Biplot ubi jalar berdaging putih dari lokasi Kab. Sumedang berdasarkan PC1 dan PC2

Hasil analisis biplot terhadap 11 karakter hasil dan komponen hasil menunjukkan total keragaman dari dua komponen utama sebesar 52,494%, serta diperoleh dua karakter yang mempunyai garis vektor pendek dari titik asal, yaitu jumlah ubi total dan panjang ubi (Gambar 1). Hasil analisis biplot pada ubi jalar juga menunjukkan jumlah ubi total, diameter ubi, dan panjang ubi kurang berkontribusi terhadap keragaman melalui garis vektor yang pendek (Ojeda *et al.*, 2017).

Analisis biplot dapat menunjukkan karakter-karakter yang kurang berkontribusi terhadap keragaman melalui ukuran garis vektor yang pendek dari titik asal. Analisis komponen utama diikuti analisis biplot dapat digunakan sebagai alat seleksi keragaman untuk perbaikan suatu varietas. Kojima and Saba (2015) menggunakan analisis komponen utama dan biplot pada 45 galur *white bean* dan diperoleh karakter penting untuk seleksi, yaitu hasil biji, biomasa, jumlah biji per polong, dan diameter batang.

Analisis biplot juga mengelompokkan klon atau varietas berdasarkan karakteristik tertentu sebagai penciri kelompok tersebut. Pada kuadran 4 (Gambar 1) karakter jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, jumlah ubi total, dan bobot ubi total berpengaruh lemah terhadap karakteristik hasil dan komponen hasil klon G1, G7, dan G6, karena kelompok ini pada posisi tidak searah atau berlawanan dengan semua garis vektor. Tiga klon pada kuadran II menunjukkan karakteristik yang berpengaruh kuat pada keragaman yang berkaitan dengan

kadar kemanisan dan *specific gravity*. Klon pada kuadran III, yaitu G8 dan G11 tidak memiliki karakter yang berpengaruh kuat. Hal ini dapat dilihat dari tidak adanya garis vektor pada kuadran tersebut. Kuadran I menunjukkan bahwa karakter panjang ubi, diameter ubi, berat brangkasan, bobot ubi per tanaman, dan jumlah ubi per tanaman mempunyai pengaruh yang kuat terhadap tiga klon: G2, G5, dan G10.

Menurut Setiawati *et al.* (2013), klon-klon yang berada pada kuadran yang berbeda dengan sudut 90° mempunyai hubungan kekerabatan yang jauh, sedangkan apabila klon tersebut berada di satu kuadran yang sama maka hubungan kekerabatannya dekat. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa klon-klon yang memiliki kedekatan karakteristik hasil dan komponen hasil berkumpul dalam satu klaster dan diperlihatkan melalui arah vektor dengan objek pada suatu kuadran.

Berdasarkan Tabel 5, terlihat keragaman pada karakter hasil dan komponen hasil ubi jalar berdaging putih di Kab. Garut yang terdiri atas delapan sumbu dengan nilai kumulatif 99,615%. Keragaman pada sumbu ketiga sebesar 13,358% yang diberikan oleh karakter bobot ubi per tanaman dengan nilai diskriminan 0,758. Selain pada PC3, tidak ada karakter yang berpengaruh signifikan terhadap keragaman. Berdasarkan nilai tersebut, keragaman ubi jalar berdaging putih di Kab. Garut dipengaruhi oleh karakter bobot ubi per tanaman pada PC3 yang menyumbang 13,358% pada total keragaman.

Tabel 5. Hasil PCA ubi jalar berdaging putih lokasi Kab. Garut

Karakter	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
RL	0,150	0,424	0,533	0,516	0,435	0,189	0,139	0,022
RD	0,378	-0,625	0,476	-0,091	0,394	-0,187	-0,163	-0,097
NRP	-0,722	0,375	0,264	-0,347	0,064	-0,337	0,147	0,024
RWP	-0,383	-0,419	0,758	-0,128	-0,243	-0,093	0,058	0,076
WP	-0,326	0,591	0,464	0,210	-0,485	0,056	-0,190	-0,083
NCR	-0,952	-0,123	-0,088	-0,092	0,050	0,128	0,076	-0,184
WCR	-0,811	-0,498	0,036	0,136	0,049	0,258	0,025	-0,020
NR	-0,964	0,054	-0,151	0,107	0,043	-0,087	0,117	-0,003
YIELD	-0,853	-0,429	-0,046	0,104	-0,020	0,185	-0,138	0,130
BRIX	-0,724	0,164	-0,233	0,375	0,217	-0,411	-0,175	0,019
SG	0,419	-0,575	-0,087	0,506	-0,358	-0,266	0,164	-0,038
Eigenvalue	4,865	2,047	1,469	0,903	0,827	0,562	0,204	0,076
Percentage (%)	44,234	18,617	13,358	8,210	7,521	5,111	1,862	0,699
Cumulative (%)	44,234	62,852	76,210	84,420	91,941	97,053	98,915	99,615

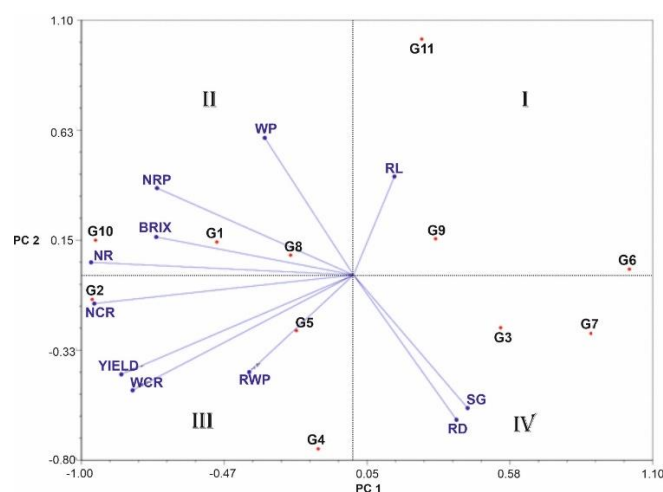
Keterangan: PC = Principal Component, RL = panjang ubi, RD = diameter ubi, NRP = jumlah ubi per tanaman, RWP = bobot ubi per tanaman, WP = berat brangkasan, NCR = jumlah ubi ekonomis, WCR = bobot ubi ekonomis, NR = jumlah ubi total, YIELD = bobot ubi total, BRIX = kadar kemanisan, SG = *specific gravity*

Hubungan antara klon yang diuji dengan sesamanya serta antar karakter hasil dan komponen hasil ubi jalar berdaging putih di Kab. Garut dapat dilihat melalui hasil analisis biplot (Gambar 2). Pada grafik biplot, komponen utama yang digunakan merupakan sumbu pertama dan kedua yang terbagi menjadi empat kuadran. PC1 dan PC2 digunakan sebagai dua komponen utama karena memberikan kontribusi tertinggi dari 62,852% total keragaman. Nilai PC1 dan PC2 masing-masing adalah 44,234% dan 18,617%. Keragaman karakter hasil dan komponen hasil ubi jalar berdaging putih di Kab. Garut ditunjukkan dari tersebarnya garis-garis vektor pada empat kuadran berbeda yang menunjukkan perbedaan antara karakter hasil dan komponen hasil antar klon yang diuji. Pada PC1 dan PC2, tidak ada karakter yang memiliki nilai diskriminan lebih dari 0,7 sebagai karakter yang berkontribusi terhadap keragaman.

Menurut Ali *et al.* (2021), nilai positif dan negatif pada karakter menunjukkan pengaruh kontribusi karakter terhadap pembentukan dan pemisahan kelompok klon dengan karakter yang serupa. Kuadran I merupakan kuadran yang menggambarkan nilai diskriminan karakter bernilai positif pada PC1 dan PC2. Karakter-karakter yang terdapat pada kuadran II, III, dan IV merupakan karakter dengan nilai diskriminan negatif pada salah satu atau kedua sumbu. Karakter yang terdapat pada kuadran II, III, dan IV pada grafik biplot yang diambil dari PC1 dan PC2 merupakan karakter yang dianggap tidak berpengaruh terhadap keragaman karena tidak memiliki nilai diskriminan lebih dari 0,7 pada kedua sumbu (Tabel 5).

Garis-garis vektor yang berkumpul pada kuadran yang sama menunjukkan kelompok-kelompok klon ubi jalar berdaging putih dengan karakter yang hampir sama. Pada kuadran I (Gambar 2), karakter panjang ubi yang memiliki nilai diskriminan positif pada PC1 dan PC2 berpengaruh lemah terhadap keragaman G11, G9, dan G6, yang ditandai dengan ukuran garis vektor yang pendek. Kuadran II menunjukkan karakter yang memiliki nilai diskriminan positif pada PC2 tetapi negatif pada PC1, yaitu karakter berat brangkasan, jumlah ubi per tanaman, jumlah ubi total, dan kadar kemanisan. Karakter jumlah ubi ekonomis, bobot ubi total, bobot ubi ekonomis, dan bobot ubi per tanaman terletak pada kuadran III yang menunjukkan nilai diskriminan negatif pada kedua sumbu. Kuadran IV menunjukkan karakter *specific gravity* dan diameter ubi serta klon G3 dan G7 berada pada kelompok yang sama.

Hasil dari analisis PCA yang dilakukan pada klon ubi jalar berdaging putih di lokasi uji Kab. Majalengka menunjukkan dua komponen utama yang menyumbang keragaman sebesar 62,228% dari total variasi (Tabel 6). Nilai Eigenvalue dari delapan sumbu memiliki kisaran antara 4,443 - 0,091. Nilai Eigenvalue 4,443 pada PC1 berkontribusi 40,394% dari total keragaman karakter hasil dan komponen hasil ubi jalar berdaging putih. Nilai Eigenvalue 2,401 pada PC2 memberi kontribusi 21,883% dari total keragaman. Pada komponen utama pertama, semua karakter memiliki nilai diskriminan positif, kecuali pada karakter berat brangkasan dan *specific gravity*, tetapi hanya karakter bobot ubi per tanaman, jumlah ubi ekonomis, jumlah ubi total, dan bobot ubi total yang dapat



Gambar 2. Biplot ubi jalar berdaging putih dari lokasi Kab. Garut berdasarkan PC1 dan PC2

Tabel 6. Hasil PCA ubi jalar berdaging putih lokasi Kab. Majalengka

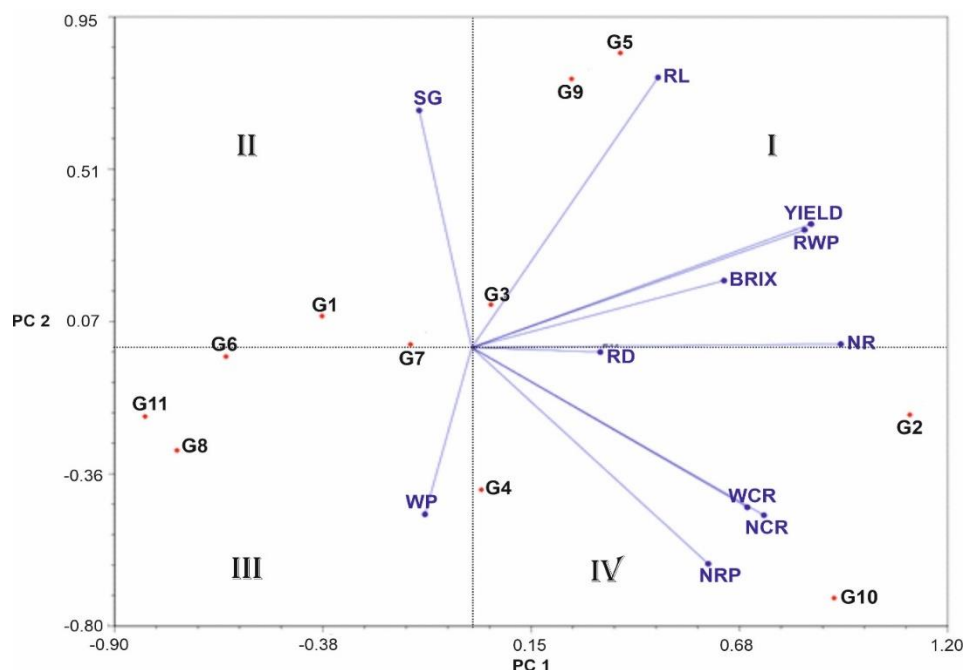
Karakter	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
RL	0,469	0,775	0,045	0,229	0,214	0,007	0,252	0,111
RD	0,324	-0,012	-0,899	-0,208	-0,076	-0,164	0,028	0,077
NRP	0,596	-0,621	-0,334	-0,231	0,235	0,137	-0,040	0,106
RWP	0,839	0,337	-0,060	-0,110	0,230	-0,284	-0,098	-0,143
WP	-0,117	-0,479	0,618	-0,534	0,129	-0,234	0,085	0,098
NCR	0,736	-0,481	0,068	0,253	-0,387	-0,044	0,057	-0,017
WCR	0,694	-0,459	0,113	0,364	-0,376	-0,077	0,107	-0,006
NR	0,930	0,009	0,257	-0,043	-0,009	0,129	-0,210	0,057
YIELD	0,855	0,354	0,255	0,138	0,224	0,012	-0,061	0,052
BRIX	0,636	0,192	0,023	-0,665	-0,183	0,199	0,165	-0,120
SG	-0,132	0,681	0,072	-0,256	-0,647	-0,058	-0,113	0,101
Eigenvalue	4,443	2,401	1,463	1,174	0,972	0,249	0,186	0,091
Percentage (%)	40,394	21,833	13,305	10,675	8,838	2,269	1,693	0,827
Cumulative (%)	40,394	62,228	75,533	86,208	95,047	97,317	99,010	99,838

Keterangan: PC = Principal Component, RL = panjang ubi, RD = diameter ubi, NRP = jumlah ubi per tanaman, RWP = bobot ubi per tanaman, WP = berat brangkasan, NCR = jumlah ubi ekonomis, WCR = bobot ubi ekonomis, NR = jumlah ubi total, YIELD = bobot ubi total, BRIX = kadar kemanisan, SG = *specific gravity*

dianggap berpengaruh terhadap keragaman karena memiliki nilai diskriminan > 0,7. Pada komponen utama kedua, hanya karakter panjang ubi yang berkontribusi terhadap keragaman dengan nilai diskriminan 0,775. Pada komponen utama tiga sampai delapan tidak ada karakter yang dianggap berpengaruh terhadap keragaman.

Grafik biplot ubi jalar berdaging putih pada lokasi uji Kab. Majalengka (Gambar 3) menunjukkan persebaran karakter dan klon ubi

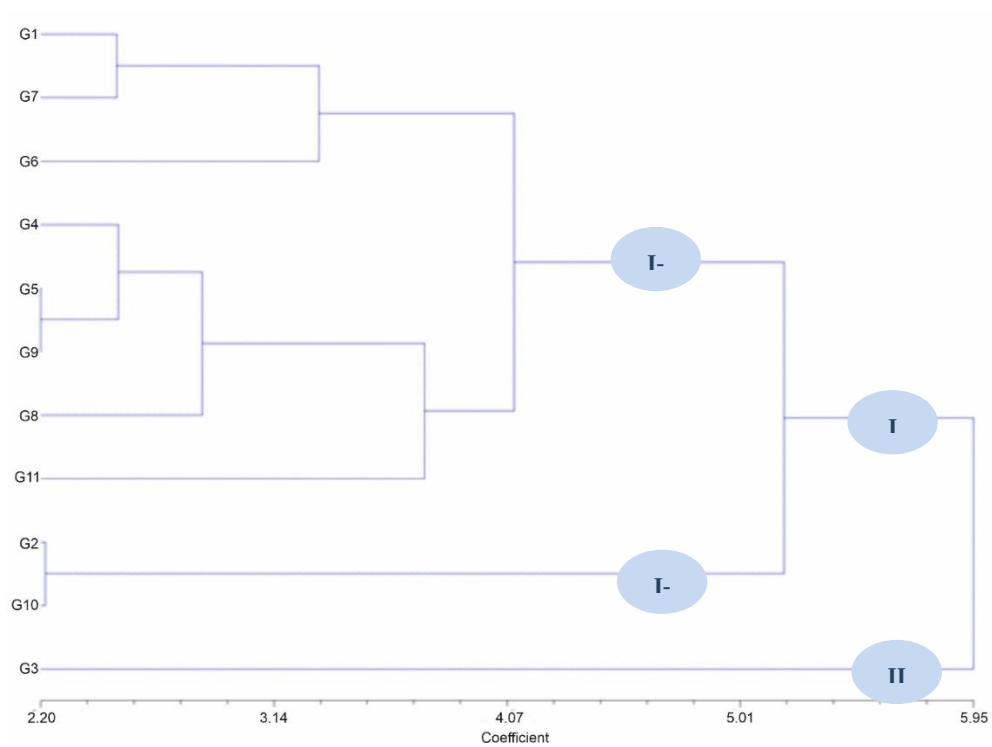
jalar berdaging putih pada empat kuadran. Klon dari kuadran I (G3, G9, dan G5) memiliki relasi yang kuat dan memiliki tingkat kemiripan yang tinggi pada karakter panjang ubi, bobot ubi total, bobot ubi per tanaman, kadar kemanisan, dan jumlah ubi total dengan nilai yang positif. Kelompok pada kuadran IV terdiri dari tiga klon, yaitu G2, G4, dan G10 pada karakter yang berkaitan terhadap kelompok, yaitu jumlah ubi komersial, jumlah ubi per tanaman, bobot ubi komersial, dan diameter ubi.

**Gambar 3. Biplot ubi jalar berdaging putih dari lokasi Kab. Majalengka berdasarkan PC1 dan PC2**

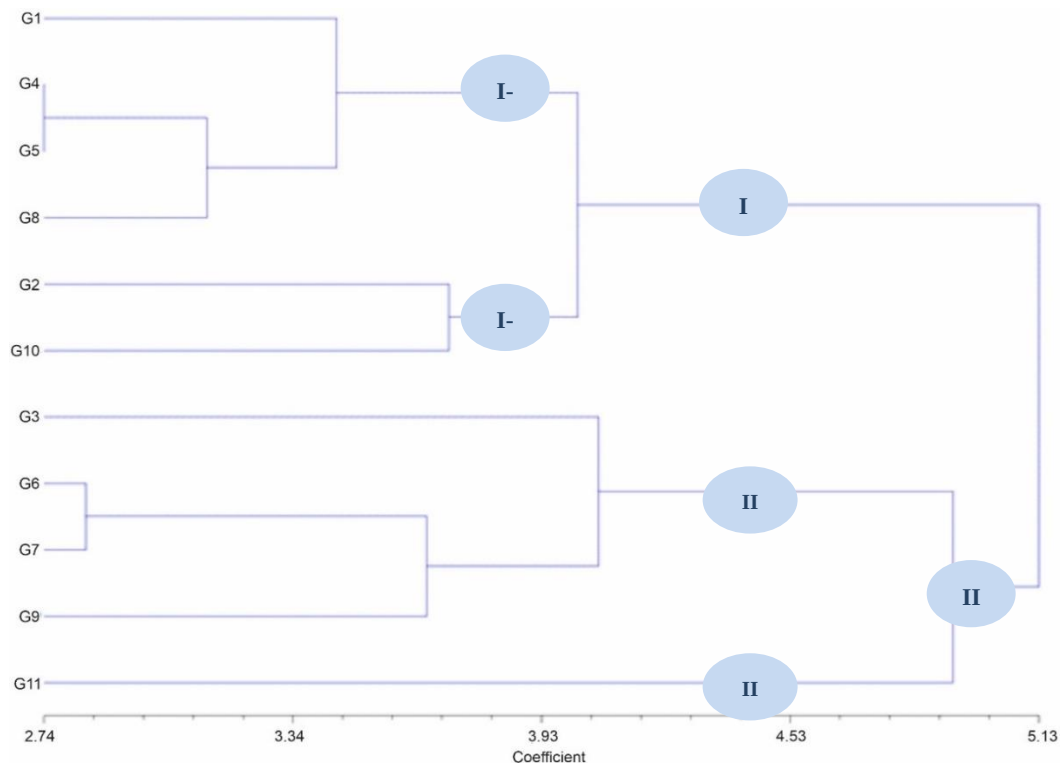
Hasil analisis biplot terhadap 11 karakter hasil dan komponen hasil menunjukkan total keragaman dari dua komponen utama sebesar 62,228 %, serta didapatkan lima karakter dengan garis vektor terpanjang yang menunjukkan kontribusi tertinggi terhadap keragaman. Kelima karakter tersebut pada salah satu sumbu PC1 dan PC2 (Tabel 6) memiliki nilai diskriminan lebih dari 0,7. Pada kuadran I, karakter panjang ubi, bobot ubi total, bobot ubi per tanaman, dan jumlah ubi total memiliki korelasi positif dengan PC1 dan karakter-karakter tersebut ditemukan memiliki kaitan satu sama lain. Karakter berat brangkas memiliki arah berlawanan dengan korelasi negatif. Empat karakter pada kuadran IV, yaitu diameter ubi, bobot ubi komersial, jumlah ubi komersial, dan jumlah ubi per tanaman memiliki korelasi positif dengan PC1, tetapi negatif terhadap PC2. Satu dari empat karakter tersebut yaitu karakter jumlah ubi komersial memiliki garis vektor paling panjang dan memberikan kontribusi variasi maksimum untuk PC1. Syafii *et al.* (2015) mengemukakan bahwa karakter yang berada pada kuadran yang sama menunjukkan hubungan yang dekat dan positif, dan berlaku sebaliknya jika berada pada kuadran yang berbeda. Klon dalam kuadran I (G9, G5, dan G3) berhubungan dekat dan memiliki kemiripan karena berada pada kuadran yang sama.

Hubungan Kekerabatan. Keragaman genetik bersinggungan dengan hubungan kekerabatan yang dimiliki oleh tanaman.

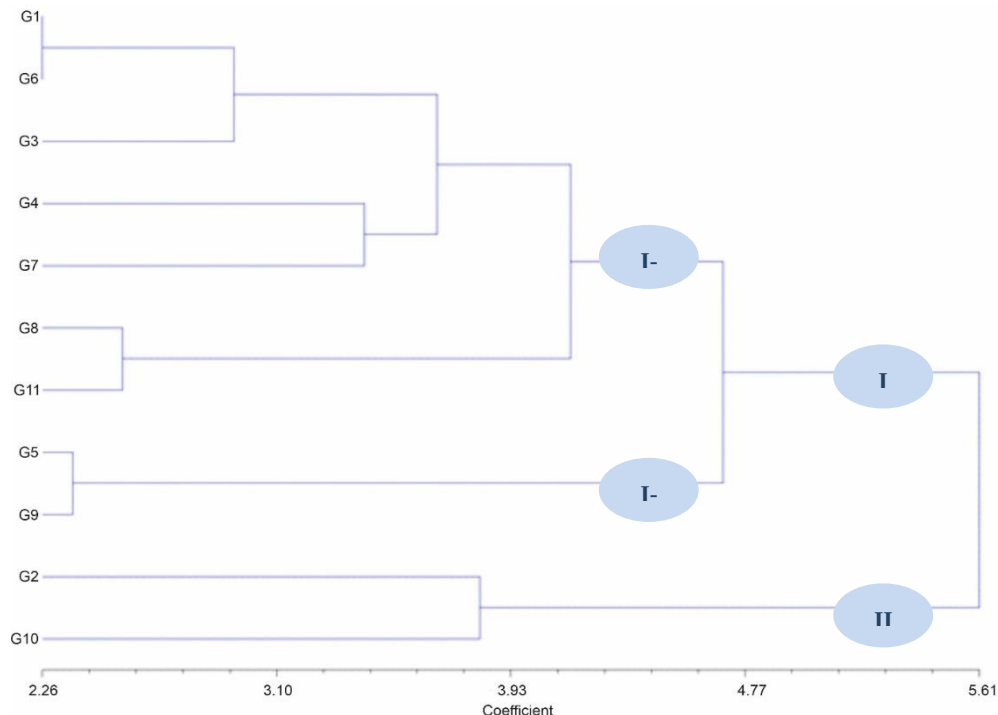
Pengelompokkan berdasarkan hubungan kekerabatan pada karakter hasil dan komponen hasil dapat diterapkan sebagai dasar dalam pemilihan klon-klon ubi jalar berdaging putih dengan karakter unggul yang diinginkan (Prayudha *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil analisis kluster yang dilakukan pada lokasi uji Kab. Sumedang, diketahui bahwa karakter hasil dan komponen hasil klon-klon ubi jalar berdaging putih terbagi ke dalam dua kluster utama dengan nilai jarak *Euclidean* pada dendrogram dalam rentang 2,20 – 5,95 (Gambar 4). Menurut Karuniawan *et al.* (2017), nilai *euclidean* dengan jarak lebih dari satu menunjukkan hubungan kekerabatan yang jauh antar klon. Pada jarak genetik 5,95, kluster terbagi menjadi 2 kelompok utama, dan kelompok pertama terbagi menjadi dua sub-kluster. Delapan klon termasuk ke dalam sub-kluster I-1 dan tiga klon termasuk sub-kluster I-2. Sub-kluster I-1 terdiri dari klon G1 (Kriting Maja), G7 (MBD Kulit Ungu Daging Putih), G6 (Sorong), G4 (AC Putih), G5 (M2 154), G9 (PR 119), G8 (44 (41)), dan G11 (PR 49 (412)). Sub-kluster I2 terdiri dari G2 (Rancing) dan G10 (LKPWKT), sedangkan satu klon yang tersisa yaitu G3 (Sukuh) termasuk ke dalam kluster utama II. Klon-klon yang berada pada kluster yang sama menunjukkan kecenderungan karakteristik hasil dan komponen hasil yang sama. Sepuluh dari sebelas klon ubi jalar berdaging putih yang diuji pada lokasi Kab. Sumedang menunjukkan kemiripan karakter hasil dan komponen hasil dengan keragaman yang luas.



Gambar 4. Dendrogram 11 klon ubi jalar berdaging putih yang berasal dari Kab. Sumedang berdasarkan karakter hasil dan komponen hasil



Gambar 5. Dendrogram 11 klon ubi jalar berdaging putih yang berasal dari Kab. Garut berdasarkan karakter hasil dan komponen hasil



Gambar 6. Dendrogram 11 klon ubi jalar berdaging putih yang berasal dari Kab. Majalengka berdasarkan karakter hasil dan komponen hasil

Sebelas klon ubi jalar berdaging putih dikelompokkan menjadi dua kelompok besar pada jarak genetik 5,13 berdasarkan karakter hasil dan komponen hasil pada lokasi uji di Kab. Garut (Gambar 5). Apabila klaster utama pertama pada lokasi pertama terdiri dari 10 dari 11 klon uji, maka klaster utama pertama pada lokasi kedua terdiri dari enam klon dan klaster kedua lima klon. Berdasarkan grafik dendrogram dengan nilai *Euclidean* berada pada kisaran antara 2,74 – 5,13, hubungan kekerabatan antar klon ubi jalar berdaging putih bersifat jauh. Klon-klon yang termasuk pada klaster utama pertama terdiri dari G1 (Kriting Maja), G4 (AC Putih), G5 (M2 154), G8 (44 (41)) pada sub-klaster I-1 serta G2 (Rancing) dan G10 (LKPWKT) pada subklaster I-2. Klon G3 (Sukuh), G6 (Sorong), G7 (MBD Kulit Ungu Daging Putih), dan G9 (PR 119) termasuk pada sub-klaster II-1 dan G11 (PR 49 (412)) termasuk kedalam klaster II-2. Klon-klon yang berada pada klaster yang sama cenderung memiliki karakteristik hasil dan komponen hasil yang seragam. Hal ini disebabkan karena faktor genetik dan interaksi genotip dengan lingkungan.

Hasil analisis klaster ubi jalar berdaging putih pada lokasi uji di Kab. Majalengka memperlihatkan bahwa klaster utama terbagi

menjadi dua, dengan masing-masingnya terbagi menjadi dua sub-klaster (Gambar 6). Klaster utama pertama terdiri dari sembilan klon yaitu G1 (Kriting Maja), G6 (Sorong), G4 (AC Putih), G7 (MBD Kulit Ungu Daging Putih), G8 (44 (41)), G11 (PR 49 (412)), G5 (M2 154), dan G9 (PR 119), sedangkan G2 dan G10 termasuk kedalam klaster utama kedua. Nilai *Euclidean* pada lokasi yang ketiga bernilai 2,26 – 5,61 yang memiliki arti kekerabatan antar klon uji bernilai jauh.

Kesimpulan

Analisis klaster pada WSFP yang dilakukan di tiga lokasi menunjukkan klon Rancing dan LKPWKT selalu berada dalam kelompok yang sama. Jarak genetik dari analisis klaster di Cilembu, Garut dan Majalengka masing-masing adalah 2,20-5,95 *Euclidean*; 2,74-5,13 *Euclidean* dan 2,26-5,61 *Euclidean*. Ketiganya memiliki jarak lebih dari satu yang menunjukkan bahwa kekerabatan bernilai jauh dan terdapat keragaman yang luas pada klon-klon ubi jalar berdaging putih yang diuji. Keragaman genetik yang luas sangat bermanfaat untuk memilih karakter-karakter yang unggul dan selanjutnya dapat dijadikan dasar dalam melakukan seleksi

pada program perakitan varietas tanaman ubi jalar berdaging putih.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh skema penelitian Hibah Internal Universitas Padjadjaran Riset Kompetensi Dosen Universitas Padjadjaran (HIU RKDU) tahun 2019 yang diberikan kepada Dr.Sc.Agr. Agung Karuniawan, Ir., M.Sc.Agr.

Daftar Pustaka

- Afuape, S.O., P.I. Okocha, and D. Njoku. 2011. Multivariate assessment of the agromorphological variability and yield components among sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) landraces. *African Journal of Plant Science*, 5(2): 123-132. <http://www.academicjournals.org/ajps>
- Ali, N., I. Hussain, S. Ali, N.U. Khan, and I. Hussain. 2021. Multivariate analysis for various quantitative traits in wheat advanced lines. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(1): 347-352. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.10.011>
- Andrade, M., A. Naico, J. Ricardo, R. Eyzaguirre, G. Makunde, R. Ortiz, and W. Grüneberg. 2016. Genotype x environment interaction and selection for drought adaptation in sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) in Mozambique. *Euphytica*, 209(1): 261-280. <https://doi.org/10.1007/s10681-016-1684-4>
- Anindita, P.A., T.K. Putri, D. Ustari, H. Maulana, M. Rachmadi, V. Concibido, T. Suganda, and A. Karuniawan. 2020. Dataset of agromorphological traits in early population of turmeric (*Curcuma longa* L.) local accessions from Indonesia. *Data in Brief*, 33: 106552. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106552>
- Barmawi, M., A. Yushardi, dan N. Sa'diyah. 2013. Daya Waris dan Harapan Kemajuan Seleksi Karakter Agronomi Kedelai Generasi F2 Hasil Persilangan Antara Yellow Bean dan Taichung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 1(1): 20-24.
- Ebem, E.C., S.O. Afuape, S.C. Chukwu, and E.B. Ubi. 2021. Genotype × Environment Interaction and Stability Analysis for Root Yield in Sweet Potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam]. *Frontiers in Agronomy*, 3: 1-14. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.665564>
- Ginting, E., Y. Widodo, S.A. Rahayuningsih, and M. Jusuf. 2005. Karakteristik Pati Beberapa Varietas Ubi Jalar. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 24(1): 8-18.
- Gomez, K. dan A. Gomez. 2016. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Terjemahan UI. UI Press. Jakarta.
- Govindaraj, M., M. Vetriventhan, and M. Srinivasan. 2015. Importance of Genetic Diversity Assessment in Crop Plants and Its Recent Advances: An Overview of Its Analytical Perspectives. *Genetics Research International*, 2015: 1-14. <https://doi.org/10.1155/2015/431487>
- Grüneberg, W.J., D. Ma, R.O.M. Mwanga, E.E. Carey, K. Huamani, F. Diaz, R. Eyzaguirre, E. Guaf, M. Jusuf, A. Karuniawan, K. Tjintokohadi, Y.S. Song, S.R. Anil, M. Hossain, E. Rahaman, S.I. Attaluri, K. Somé, S.O. Afuape, K. Adofo, ... M. Chiona. (et al). 2015. Advances in sweetpotato breeding from 1992 to 2012. In *Potato and sweetpotato in Africa: transforming the value chains for food and nutrition security* (Issue April 2016: 3-68). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780644202.0003>
- Guo, K., T. Liu, A. Xu, L. Zhang, X. Bian, and C. Wei. 2019. Structural and functional properties of starches from root tubers of white, yellow, and purple sweet potatoes. *Food Hydrocolloids*, 89: 829-836. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.11.058>
- Gurmu, F., S. Hussein, and M. Laing. 2013. Self- and cross-incompatibilities in sweetpotato and their implications on breeding. *Australian Journal of Crop Science*, 7(13): 2074-2078.
- Humas Jabar. 2020. Gubernur Jabar Lepas Ekspor 30 Ton Ubi Jalar Bandung ke Hong Kong. Humas Jabar, Setda Provinsi Jabar.
- Jain, S.K. and P.R. Patel. 2016. Principal component and cluster analysis in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Forage Research*, 42(2): 90-95. <http://forageresearch.in>
- Jolliffe, I.T. 2002. *Principal Component Analysis* (P. Bickel, P. Diggle, S. Fienberg, K. Krickeberg, I. Olkin, N. Wermuth, & S. Zeger, Eds.; Second Edition). Springer-Verlag.

- Karuniawan, A., H.N. Wicaksono, D. Ustari, T. Setiawati, dan T. Supriatun. 2017. Identifikasi keragaman genetik plasma nutfah ubi kayu liar (*Manihot glaziovii* Muell) berdasarkan karakter morfo-agronomi. *Kultivasi*, 16(3): 435–443.
- Koij, F.S. and J. Saba. 2015. Using Cluster Analysis and Principal Component Analysis to Group Lines and Determine Important Traits in White Bean. *Procedia Environmental Sciences*, 29: 38–40. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.145>
- Mukhopadhyay, S.K., A. Chattopadhyay, I. Chakraborty, and I. Bhattacharya. 2011. Crops that feed the world 5. Sweetpotato. *Sweetpotatoes for income and food security. Food Security*, 3(3): 283–305. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0134-3>
- Mustamu, Y.A., K. Tjintokohadi, W.J. Grüneberg, A. Karuniawan, and D. Ruswandi. 2018. Selection of superior genotype of sweet-potato in Indonesia based on stability and adaptability. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 78(4): 461–469. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392018000400461>
- Ngailo, S., H. Shimelis, J. Sibiya, B. Amelework, and K. Mtunda. 2016. Genetic diversity assessment of Tanzanian sweetpotato genotypes using simple sequence repeat markers. *South African Journal of Botany*, 102: 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.08.001>
- Ojeda, G.A., S.C. Sgroppo, and N.E. Zaritsky. 2017. Application of multivariate statistical analysis to assess browning susceptibility in sweet potatoes cultivars, based on chemical and enzymatic determinations. *International Food Research Journal*, 24(4): 1703–1712.
- Prayudha, H.N., A.M. Noerrizki, H. Maulana, D. Ustari, N. Rostini, dan A. Karuniawan. 2019. Keragaman Genetik Klon Ubi Jalar Ungu Berdasarkan Karakter Morfologi dan Agronomi. *Buletin Palawija*, 17(2): 94–101.
- Rusliati, E., Mulyaningrum, A. Wibowo, and B.S. Narmaditya. 2020. Does Entrepreneurial Leadership Matter for Micro-Enterprise Development?: Lesson from West Java in Indonesia. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(8): 445–450. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2020.vol7.no8.445>
- Setiawati, T., Karyono, T. Supriatun, dan A. Karuniawan. 2013. Analisis keragaman genetik kerabat liar ubi jalar asal Citatah sebagai sumber gen untuk merakit ubi jalar unggul berdasarkan karakter morfologi. *Biodjati*, 3(1): 14–20.
- Solihin, M.A., S.R.P. Sitorus, A. Sutandi, dan Widiatmaka. 2017. Karakteristik Lahan dan Kualitas Kemanisan Ubi Jalar Cilembu. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(3): 251–259. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.251-259>
- Syafii, M., I. Cartika, and D. Ruswandi. 2015. Multivariate analysis of genetic diversity among some maize genotypes under Maize-Albizia cropping system in Indonesia. *Asian Journal of Crop Science*, 7(4): 244–255. <https://doi.org/10.3923/ajcs.2015.244.255>
- Wadl, P.A., B.A. Olukolu, S.E. Branham, R.L. Jarret, G.C. Yencho, and D.M. Jackson. 2018. Genetic Diversity and Population Structure of the USDA Sweetpotato (*Ipomoea batatas*) Germplasm Collections Using GBSpoly. *Frontiers in Plant Science*, 9(1166): 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01166>
- Waluyo, B., A.A. Roosda, N. Istifadah, D. Ruswandi, and A. Karuniawan. 2015. Identification of Fifty Sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Promising Clones for Bioethanol Raw Materials. *Energy Procedia*, 65: 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.01.024>