

Jurnal KULTIVASI

- Mubarak, S. · S.D. Ananda · Farida · A. Fadilah · R. Sudirja**
Evaluasi tiga sistem budidaya di lahan sempit pada budidaya dua kultivar bayam di Kota Bekasi 73 - 81
- Saptadi, D. · D.G. Cahyaningrum · N.R. Ardiarini · B. Waluyo**
Stabilitas hasil dan adaptabilitas galur-galur harapan kacang bogor di tiga lokasi 82 - 90
- Sari, V.I. · A.B. Tambunan · S. Madusari**
Respons pertumbuhan bibit kelapa sawit terhadap bioherbisida saliera di pembibitan awal 91 - 96
- Rahhutami, R. · A.S. Handini · D. Astutik**
Respons pertumbuhan pakcoy terhadap asam humat dan *Trichoderma* dalam media tanam pelepah kelapa sawit 97 - 104
- Ahadiyat, Y. R. · O. Herliana · I. Widiyawati**
Efek aplikasi beberapa taraf ekstrak sereh dan pemupukan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo varietas Unsoed 1 di musim kemarau 105 - 110
- Udia, BAAA · D. Rusmin · A.A. Fatmawaty · N. Hermita · C. Syukur**
Mutu fisik dan fisiologis benih setek berakar vanili pada berbagai jenis media dan lama periode simpan 111 - 119
- Ruswandi, D. · J. Supriatna · E. Suryadi · N.P. Indriani · N. Wicaksana · M. Syafii · Y. Yuwariah**
Evaluasi kegenjahan dan daya hasil jagung manis hibrida Indonesia menggunakan analisis GGE biplot pada lingkungan yang berbeda 120 - 128
- Soleh, M.A. · T.A Sirait · M. Ariyanti · S. Rosniawaty**
Respons fisiologis dan agronomis bibit kopi pada kerapatan naungan yang berbeda 129 - 134
- Purwaningrum, Y. · Y. Asbur · D. Kusbiantoro · Khairunisyah**
Respons fisiologi dan hasil lateks tanaman karet klon GT 1 di kebun karet rakyat terhadap sistem eksploitasi dan curah hujan 135 - 141
- Andini, R. · M.I. Sulaiman · M. Muzaifa · Y.D. Fazlina · C. Möllers**
Oil bodies sizes variation analyses of rapeseed in two locations as a novel trait for genetic engineering 142 - 148

JURNAL **KULTIVASI**

Volume 20 Nomor 2 Agustus 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

Trias Sitaresmi (BB Padi)
Asep Hidayat (ITB)
Rosi Widarawati (UNSOED)
Tati Nurmala, Fiky Yulianto Wicaksono, Muhamad Kadapi,
Kusumiyati, Yudithia Maxiselly (UNPAD)

Reviewer

Rita Andini (UNSYIAH)
Sosiawan Nusifera (UNJA)
Memet Hakim (Peragi Komda Jabar)
Yugi R. Ahadiyat (UNSOED)
Karlina Syahrudin (BALITSER)
Yenny Asbur (UISU)
Estria Furry Pramudyawardani (BB Padi)
Vira Irmasari (Politeknik CWE)
Budi Waluyo (UB)
Intan Ratna Dewi Anjarsari, Erni Suminar, Suseno Amien,
Mira Ariyanti, Wawan Sutari, Sumadi, Santi Rosniawaty,
Melisa Intan Barliana (UNPAD)

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 Maret, 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

Seperti edisi sebelumnya, kami sajikan sepuluh artikel terbaik yang telah lolos editorial serta ditelaah oleh para ahli di bidangnya masing-masing pada Jurnal Kultivasi Volume 20 Nomor 2 ini. Artikel-artikel yang dimuat pada edisi ini mengupas beberapa topik mengenai ekofisiologi tanaman, pemuliaan tanaman, *zero waste agriculture*, serta agroklimatologi yang mendukung ilmu agronomi. Semoga dapat memberikan wawasan baru bagi pembaca Jurnal Kultivasi. Ucapan terimakasih kami sampaikan 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, 10 Agustus 2021

Tim editor

PETUNJUK PENULISAN NASKAH UNTUK JURNAL KULTIVASI

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.

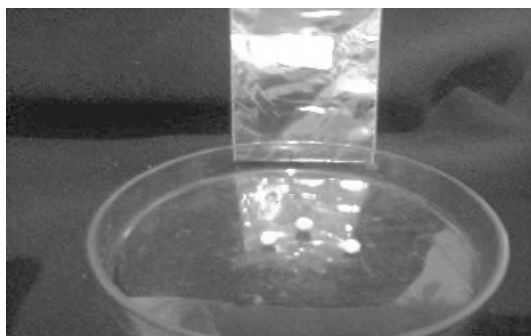
Contoh penulisan Tabel:

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

Mubarok, S. · S.D. Ananda · Farida · A. Fadilah · R. Sudirja Evaluasi tiga sistem budidaya di lahan sempit pada budidaya dua kultivar bayam di Kota Bekasi	73 - 81
Saptadi, D. · D.G. Cahyaningrum · N.R. Ardiarini · B. Waluyo Stabilitas hasil dan adaptabilitas galur-galur harapan kacang bogor di tiga lokasi	82 - 90
Sari, V.I. · A.B. Tambunan · S. Madusari Respons pertumbuhan bibit kelapa sawit terhadap bioherbisida saliera di pembibitan awal	91 - 96
Rahhutami, R. · A.S. Handini · D. Astutik Respons pertumbuhan pakcoy terhadap asam humat dan <i>Trichoderma</i> dalam media tanam pelepah kelapa sawit	97 - 104
Ahadiyat, Y. R. · O. Herliana · I. Widiyawati Efek aplikasi beberapa taraf ekstrak sereh dan pemupukan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo varietas Unsoed 1 di musim kemarau	105 - 110
Udia, BAAA · D. Rusmin · A.A. Fatmawaty · N. Hermita · C. Syukur Mutu fisik dan fisiologis benih setek berakar vanili pada berbagai jenis media dan lama periode simpan	111 - 119
Ruswandi, D. · J. Supriatna · E. Suryadi · N.P. Indriani · N. Wicaksana · M. Syafii · Y. Yuwariah Evaluasi kegenjahan dan daya hasil jagung manis hibrida Indonesia menggunakan analisis GGE biplot pada lingkungan yang berbeda	120 - 128
Soleh, M.A. · T.A Sirait · M. Ariyanti · S. Rosniawaty Respons fisiologis dan agronomis bibit kopi pada kerapatan naungan yang berbeda	129 - 134
Purwaningrum, Y. · Y. Asbur · D. Kusbiantoro · Khairunisyah Respons fisiologi dan hasil lateks tanaman karet klon GT 1 di kebun karet rakyat terhadap sistem eksploitasi dan curah hujan	135 - 141
Andini, R. · M.I. Sulaiman · M. Muzaifa · Y.D. Fazlina · C. Möllers Oil bodies sizes variation analyses of rapeseed in two locations as a novel trait for genetic engineering	142 - 148

Mubarok, S. · S.D. Ananda · Farida · A. Fadilah · R. Sudirja

Evaluasi tiga sistem budidaya di lahan sempit pada budidaya dua kultivar bayam di kota Bekasi

Sari Budidaya sayuran pada lahan sempit di daerah perkotaan merupakan salah satu upaya pemerintah dalam mewujudkan ketahanan pangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sistem budidaya tanaman bayam yang paling baik untuk diterapkan pada lahan sempit pekarangan di Kota Bekasi. Percobaan ini telah dilaksanakan pada bulan Agustus hingga September 2020 di areal pemukiman yang berlokasi di Jalan Caringin Raya, Kota Bekasi. Percobaan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK). Dua kultivar bayam, 'Maestro' dan 'Mira', dibudidayakan pada tiga sistem budidaya berbeda, yaitu konvensional, vertikultur, dan hidroponik rakit apung yang diulang sebanyak empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penanaman bayam pada sistem hidroponik rakit apung menghasilkan pertumbuhan, hasil, kualitas hasil, serta pendapatan yang paling baik dibandingkan dengan sistem budidaya konvensional dan vertikultur.

Kata kunci: Hidroponik · Hortikultura · Sayuran · Vertikultur

Evaluation of three cultivation systems in small scale of urban farming on two spinach cultivars in Bekasi city

Abstract Vegetable cultivation on limited areas in urban is one of the government's efforts to obtain food security. The purpose of this study was to determine the best amaranth cultivation system to be applied in urban farming system likewise on limited areas in Bekasi City. This experiment was carried out from August to September 2020 in a densely inhabited living area located on Caringin Raya Street, Bekasi. The experiment used a Randomized Block Design. Two cultivars amaranth, 'Maestro' and 'Mira' were cultivated under treatment of three different cultivation. There were conventional system, verticulture system, and hydroponic floating raft, that repeated four times. The results showed that amaranth cultivation on the floating raft hydroponic produced the best growth, yield, yield quality, and revenue, compared to conventional and verticulture cultivation systems.

Keywords: Hydroponic · Horticulture · Vegetables · Verticulture

Diterima : 31 Januari 2021, Disetujui : 27 Juli 2021, Dipublikasikan : 1 Agustus 2021

DOI: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i2.32022>

Mubarok, S.¹ · S.D. Ananda² · Farida¹ · A. Fadilah³ · R. Sudirja⁴

¹Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

³Program Studi Agroteknopreneur, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

⁴Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Korespondensi: syariful.mubarok@unpad.ac.id

Pendahuluan

Upaya untuk mewujudkan kemandirian pangan di Indonesia sudah dilakukan oleh Badan Ketahanan Pangan (BKP) Kementerian Pertanian (Kementan) melalui Program Pertanian Keluarga dan Pekarangan Lestari. Pemanfaatan lahan pekarangan rumah merupakan salah satu alternatif untuk mewujudkan kemandirian pangan dalam rumah tangga. Selain itu, sistem kemandirian pangan di rumah dapat dilakukan untuk memenuhi asupan nutrisi guna membangun sistem imun selama pandemi COVID-19 (Bulgari *et al.*, 2021). Lahan pekarangan memiliki potensi sebagai penyedia bahan pangan keluarga, dan meningkatkan pendapatan keluarga (Ashari *et al.*, 2012). Keterbatasan lahan di daerah perkotaan seperti Kota Bekasi yang disebabkan oleh pesatnya pembangunan menyebabkan rumah-rumah umumnya tidak mempunyai pekarangan yang layak untuk tempat budidaya tanaman, sehingga pertanian perkotaan merupakan alternatif untuk menyiasati keterbatasan lahan tersebut (Santoso dan Widya, 2014). Pertanian perkotaan merupakan kegiatan pertumbuhan, pengolahan, dan distribusi pangan serta produk lainnya melalui budidaya tanaman yang intensif di perkotaan dan daerah sekitarnya (Food and Agriculture Organization, 2008).

Lahan pertanian di Kota Bekasi telah banyak mengalami perubahan menjadi lahan pemukiman, perkantoran dan perbelanjaan, sehingga dengan kondisi lahan seperti itu perlu dicari sistem budidaya untuk lahan sempit, salah satunya menggunakan sistem hidroponik. Kota Bekasi berada pada ketinggian 11 – 81 m di atas permukaan air laut (dpl) dengan kemiringan 0 – 2%, dan temperatur harian diperkirakan berkisar antara 24–33°C (Pemerintah Kota Bekasi, 2020). Dengan kondisi lingkungan seperti itu, maka tanaman bayam merupakan salah satu sayuran yang dapat ditanam di dataran rendah. Tanaman bayam mempunyai daya adaptasi yang baik terhadap lingkungan tumbuh, sehingga dapat ditanam di dataran rendah seperti Kota Bekasi. Beberapa kultivar bayam yang sering dibudidayakan di Indonesia adalah Maestro yang berwarna hijau (bayam hijau) dan Mira yang berwarna merah (bayam merah).

Sistem budidaya tanaman yang dapat dilakukan di lahan sempit antara lain melalui sistem budidaya secara hidroponik, vertikal atau vertikultur dan budidaya dalam pot/polybag (Nappu dan Arief, 2012). Hidroponik merupakan suatu metode budidaya tanaman secara terkendali yang dapat dilakukan tanpa media tanam. Beberapa keuntungan dari metode hidroponik adalah tidak memerlukan lingkungan yang luas dibandingkan konvensional, kualitas dan kuantitas yang tinggi, efisiensi air, kondisi lingkungan tumbuh yang terkendali, serta dapat dilakukan sepanjang tahun jika kondisi mendukung (Barbosa *et al.*, 2015).

Vertikultur merupakan salah satu teknik dalam budidaya tanaman dengan memanfaatkan suatu wadah untuk menampung tanaman dan disusun secara vertikal, sehingga mampu mengurangi penggunaan lahan (Asharo, 2021). Teknik vertikultur ini mempunyai keuntungan untuk memaksimalkan lahan pekarangan serta memungkinkan warga perkotaan untuk menghasilkan produk tanaman tanpa memerlukan lahan yang luas seperti budidaya tanaman secara konvensional (Giriwari *et al.*, 2018). Selain sebagai penghijauan lahan pekarangan, vertikultur dapat digunakan sebagai bidang karya seperti *green wall* ataupun sarana produksi tanaman yang disebut *vertical farm* meskipun perlu memperhitungkan berbagai aspek seperti pencahayaan, sistem pertumbuhan, distribusi nutrisi, konstruksi, dan efisiensi energi (Beacham *et al.*, 2019). Jenis-jenis tanaman yang dapat dibudidayakan dengan teknik vertikultur pada umumnya jenis sayuran. Sistem budidaya tanaman secara vertikultur dapat dilakukan melalui teknik hidroponik yang akan menghasilkan kualitas sayuran yang lebih baik dibandingkan dengan sistem konvensional. Zulfitri (2005) menyatakan bahwa hasil tanaman dengan sistem hidroponik lebih bagus dibandingkan dengan tanaman secara konvensional, serta kualitas dan kuantitas tanaman lebih terkontrol.

Dengan melihat kelebihan dan kekurangan sistem budidaya tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan dan hasil dua kultivar bayam pada sistem budidaya konvensional (polybag), vertikultur, dan hidroponik rakit apung untuk lahan sempit pekarangan di Kota Bekasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung ketahanan pangan di masyarakat perkotaan.

Bahan dan Metode

Percobaan dilaksanakan menggunakan *screen house* di pemukiman masyarakat di Jalan Caringin, Kota Bekasi yang berada pada ketinggian ± 19 m dpl pada bulan Agustus – September 2020. Rancangan percobaan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Acak Sederhana, yang terdiri dari enam kombinasi perlakuan dua kultivar bayam, yaitu 'Maestro' (bayam hijau) dan 'Mira' (bayam merah) dan tiga sistem budidaya, yaitu konvensional, vertikultur dan hidroponik rakit apung, yang diulang sebanyak empat kali. Sampel setiap plot percobaan terdiri atas tiga lubang tanam yang masing-masing berisi tiga tanaman bayam. Pengamatan terdiri dari dua macam, yaitu pengamatan penunjang dan pengamatan utama.

Pengamatan penunjang meliputi:

- a. **Suhu harian rata-rata ($^{\circ}\text{C}$) dan kelembapan harian rata-rata (%).** Pengukuran suhu dan kelembapan menggunakan *thermo-hygrometer*, waktu pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pada pukul 08.00 (t_1 , Rh_1), pukul 13.00 (t_2 , Rh_2), dan pukul 17.00 (t_3 , Rh_3) (Handoko, 1994). Suhu dan kelembapan harian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

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

$$\text{Kelembapan udara harian } (\%) = \frac{2Rh_1 + Rh_2 + Rh_3}{4}$$

- b. **Organisme pengganggu tanaman.** Pengamatan serangan organisme pengganggu tanaman dilakukan mulai dari awal penanaman hingga akhir percobaan. Pengamatan ini dilakukan untuk melihat apa saja jenis OPT yang menyerang tanaman serta gejala yang ditimbulkan pada tanaman.

Sedangkan pengamatan utama meliputi:

- a. **Jumlah Daun.** Penghitungan jumlah daun tanaman dilakukan pada saat tanaman berumur 0 hari setelah pindah tanam (HSPT), 7 HSPT, 14 HSPT, dan 18 HSPT. Daun tanaman yang dihitung adalah semua daun yang sudah tumbuh dan membuka.
- b. **Tinggi Tanaman.** Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman bayam mulai

dari pangkal tanaman hingga puncak tertinggi daun. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada saat tanaman berumur 0 HSPT, 7 HSPT, 14 HSPT, dan 18 HSPT.

- c. **Diameter Batang.** Pengukuran diameter batang tanaman dilakukan dengan cara menghitung diameter batang tanaman pada ketinggian 5 cm dari permukaan tanah dengan menggunakan jangka sorong. Pengukuran diameter batang dilakukan pada saat tanaman berumur 7 HSPT, 14 HSPT, dan 18 HSPT.

- d. **Luas Daun.** Pengukuran luas daun tanaman dilakukan setelah pemanenan dengan metode gravimetri, sebagai berikut :

$$\text{Luas daun} = \frac{\text{bobot replika daun}}{\text{bobot kertas } 1 \times 1 \text{ cm}^2} \times 1 \text{ cm}^2$$

- e. **Panjang Akar.** Pengukuran panjang akar dilakukan setelah pemanenan. Pengukuran panjang akar dilakukan dengan mengukur akar dari pangkal tanaman sampai akar tanaman terpanjang menggunakan penggaris.

- f. **Volume Akar.** Pengukuran volume akar dilakukan segera setelah pemanenan. Pengukuran volume akar diukur dengan cara mencuci akar tanaman hingga bersih, kemudian akar di potong lalu dimasukkan ke dalam gelas ukur dan mengamati selisih volume air antara setelah dimasukkan akar dengan volume air awal sebelum dimasukkan akar.

- g. **Bobot Segar Tanaman.** Pengukuran bobot segar tanaman dilakukan segera setelah pemanenan. Bobot segar yaitu berat keseluruhan bagian tanaman segar tanpa pengeringan. Akar, batang, dan daun tanaman yang telah dicuci, ditiriskan. Air yang masih melekat di angin-anginkan lalu timbang secara keseluruhan

- h. **Persentase Layak Pasar.** Pengamatan hasil layak pasar bayam diperoleh dari pengukuran bobot segar tanaman, tangkai yang tidak liat, dan bagian tangkai/daun yang rusak tidak melebihi 10% (Samad, 2006). Persentase hasil layak pasar (PHLP) dihitung setelah keseluruhan tanaman dipanen dan dihitung menggunakan rumus :

$$\text{PHLP} = \frac{\text{bobot layak pasar}}{\text{bobot total}} \times 100\%$$

- i. **Umur Panen.** Pengamatan umur panen tanaman bayam diperoleh dari pencatatan umur pemanenan tanaman. Tanaman bayam dipanen saat tanaman sudah mencapai kriteria tinggi yaitu 25-30 cm untuk Kultivar Maestro dan 21-23 cm untuk Kultivar Mira.

- j. **Analisis Usaha Tani,** Analisis usaha tani dihitung besarnya biaya investasi usaha, penerimaan dari produksi tanaman bayam, dan *payback period* dari sistem budidaya konvensional, vertikultur, dan hidroponik rakit apung. *Payback Period* (PP) menurut Muchtar (2010), yaitu:

$$\text{PP} = \frac{\text{Investasi}}{\text{Kas Masuk Bersih}}$$

PP = *Payback Period* (Bulan)
Investasi = Modal (Rp)
Kas Masuk Bersih = Keuntungan/pendapatan bersih (Rp/bulan)

Pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf nyata 5%. Apabila terdapat perbedaan antara perlakuan, analisis dilanjutkan menggunakan uji Tukey (HSD) pada taraf nyata 5% dengan menggunakan program SPSS.

Hasil dan Pembahasan

Suhu, Kelembaban, dan Serangan Organisme Pengganggu Tanaman. Suhu dan kelembaban rata-rata di dalam *screen house* pada saat penelitian masing-masing yaitu 29,49°C dan 65,58%. Rata-rata suhu dan kelembaban di dalam *screen house* selama dilakukan penelitian tergolong cukup tinggi untuk pertanaman bayam. Untuk menjaga pertumbuhan bayam selalu baik, maka kebutuhan suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman bayam berkisar antara 17 – 28 °C serta kelembaban udara 50-60% (Lingga, 2009). Suhu yang tinggi akan merusak tanaman serta dapat menyebabkan laju transpirasi meningkat, sedangkan kelembaban yang tinggi pada tanaman akan menghindari evaporasi yang terlalu tinggi.

Selama proses pertumbuhan tanaman mulai dari tanaman sampai dengan panen, muncul

gangguan akibat organisme pengganggu tanaman (OPT). OPT yang banyak menyerang kutu daun (*Myzus persicae*), gejala yang disebabkan yaitu daun bayam melengkung dan berpilin. Keberadaan hama kutu daun dapat disebabkan karena kandungan nitrogen pada daun bayam cukup tinggi sehingga mengeluarkan senyawa volatil yang mampu menarik perhatian hama (Ahmed *et al.*, 2019). Hama lain yang menyerang adalah penggrogok daun (*Liriomyza chinensis*), gejala yang disebabkan yaitu terdapatnya liang korokan beralur warna putih bening pada bagian mesofil daun.

Intensitas serangan organisme pengganggu tanaman bayam pada sistem budidaya konvensional, vertikultur, dan hidroponik rakit apung secara berurutan sebesar 38,89%, 50,00%, dan 22,20%. Intensitas serangan organisme pengganggu tanaman bayam yang paling kecil terdapat pada hidroponik rakit apung, sedangkan untuk yang paling besar terdapat pada sistem budidaya vertikultur. Tingginya serangan OPT pada vertikultur diduga karena tingginya densitas tanaman bayam dalam suatu rangkaian tanaman sehingga memungkinkan terjadinya kontak antar tanaman sehingga membuka peluang untuk OPT menular ke tanaman lain (Harshana *et al.*, 2017). Serangan OPT dapat menyebabkan produktivitas tanaman menjadi menurun, baik kualitas maupun kuantitas (Septiariani *et al.*, 2019). Pengamatan dan pengendalian rutin serangan organisme pengganggu tanaman pada tanaman bayam dilakukan untuk mengurangi serangan OPT.

Pertumbuhan Tanaman. Jumlah daun dari pengaruh sistem budidaya konvensional, vertikultur, dan hidroponik rakit apung berpengaruh secara signifikan mulai dari tanaman bayam umur 7 HSPT sampai 18 HSPT untuk Kultivar Maestro dan 14 HSPT sampai 18 HSPT untuk Kultivar Mira. Apabila dilihat pada Tabel 1, jumlah daun dua kultivar tanaman bayam pada sistem hidroponik rakit apung memiliki nilai rata-rata terbanyak yaitu 15,78 helai untuk Kultivar Maestro dan 12,78 helai untuk Kultivar Mira. Jumlah daun paling sedikit terdapat pada sistem budidaya vertikultur yaitu 8,86 helai untuk Kultivar Maestro dan 8,72 helai untuk Kultivar Mira.

Tabel 1. Pengaruh tiga sistem budidaya terhadap jumlah daun tanaman bayam Kultivar Maestro dan Mira

Kultivar	Perlakuan Sistem Budi- daya	Jumlah daun (helai)		
		7 HSPT	14 HSPT	18 HSPT
Maestro	Konvensional	6,25b	10,56b	10,72b
Maestro	Vertikultur	5,28a	8,58a	8,86a
Maestro	Rakit Apung	7,56c	14,33e	15,78d
Mira	Konvensional	6,29b	11,69c	12,64c
Mira	Vertikultur	5,78ab	7,92a	8,72a
Mira	Rakit Apung	6,36b	12,42d	12,78c

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama ke arah vertikal menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5 %.

Perlakuan sistem budidaya memengaruhi tinggi kedua kultivar tanaman bayam sehingga menghasilkan tinggi tanaman yang berbeda-beda pada masing-masing sistem budidaya (Gambar 2 dan Tabel 2). Berdasarkan analisis ragam yang diperoleh, pengaruh sistem budidaya konvensional, vertikultur, dan hidroponik rakit apung berpengaruh secara signifikan terhadap tinggi tanaman bayam, mulai dari umur 14 HSPT sampai 18 HSPT. Tinggi tanaman dua kultivar tanaman bayam pada sistem hidroponik rakit apung memiliki nilai rata-rata terbesar yaitu 24,82 cm untuk Kultivar Maestro dan 8,62 helai untuk Kultivar Mira. Tinggi tanaman terendah terdapat pada sistem budidaya vertikultur yaitu 12,33 cm untuk Kultivar Maestro dan 8,62 cm untuk Kultivar Mira.

Pengaruh sistem budidaya konvensional, vertikultur, dan hidroponik rakit apung berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah daun, mulai dari tanaman bayam umur 7 HSPT sampai 18 HSPT. Diameter batang pada sistem hidroponik rakit apung memiliki nilai rata-rata terbesar yaitu 6,45 mm untuk Kultivar Maestro

dan 6,05 mm untuk Kultivar Mira. Diameter batang terendah terdapat pada sistem budidaya vertikultur yaitu 2,82 mm pada Kultivar Maestro dan 2,53 mm Kultivar Mira (Tabel 3).

Tabel 2. Pengaruh tiga sistem budidaya terhadap tinggi tanaman tanaman bayam Kultivar Maestro dan Mira

Kultivar	Perlakuan Sistem Budidaya	Tinggi tanaman (cm)		
		7 HSPT	14 HSPT	18 HSPT
Maestro	Konvensional	6,83b	12,69b	16,65c
Maestro	Vertikultur	5,44a	10,93b	12,33b
Maestro	Rakit Apung	7,98c	17,46d	24,82e
Mira	Konvensional	6,62b	12,77bc	17,38c
Mira	Vertikultur	6,66b	7,10a	8,62a
Mira	Rakit Apung	7,12b	14,23c	19,19d

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama ke arah vertikal menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5 %.

Tabel 3. Pengaruh tiga sistem budidaya terhadap diameter batang tanaman bayam Kultivar Maestro dan Mira

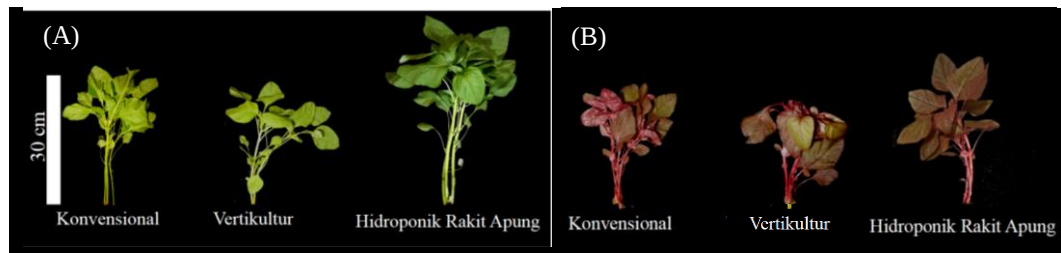
Kultivar	Perlakuan Sistem Budidaya	Diameter batang (mm)		
		7 HSPT	14 HSPT	18 HSPT
Maestro	Konvensional	2,34bc	3,77c	5,79b
Maestro	Vertikultur	2,03ab	2,64b	2,82a
Maestro	Rakit Apung	3,19d	4,36d	6,45b
Mira	Konvensional	2,64c	3,46c	6,09b
Mira	Vertikultur	1,56a	2,04a	2,53a
Mira	Rakit Apung	2,56bc	3,46c	6,05b

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama ke arah vertikal menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5 %.

Tabel 4. Pengaruh tiga sistem budidaya terhadap luas daun, panjang akar, dan volume akar tanaman bayam Kultivar Maestro dan Mira

Kultivar	Perlakuan Sistem Budidaya	Luas daun (cm ²)	Panjang akar (cm)	Volume akar (mL)
Maestro	Konvensional	26,06 ^c	214,46d	6,67b
Maestro	Vertikultur	15,63 ^b	140,83b	5,50ab
Maestro	Rakit Apung	41,05 ^e	480,02f	15,92c
Mira	Konvensional	17,44 ^b	171,32c	4,33ab
Mira	Vertikultur	9,43 ^a	60,99a	3,08a
Mira	Rakit Apung	29,08 ^d	228,53e	14,75c

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama ke arah vertikal menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5 %.



Gambar 2. Penampilan tanaman bayam kultivar Maestro (A) dan Mira (B) pada 18 HSPT dari tiga sistem budidaya berbeda

Luas daun dua kultivar tanaman bayam yang ditanam pada sistem budidaya konvensional, vertikultur, dan hidroponik rakit apung berbeda secara signifikan. Luas daun dua kultivar tanaman bayam pada sistem hidroponik rakit apung memiliki nilai rata-rata terbesar yaitu 480,02 cm² untuk Kultivar Maestro dan 228,53 cm² untuk Kultivar Mira. Luas daun terendah terdapat pada sistem budidaya vertikultur yaitu 140,83 cm² untuk Kultivar Maestro dan 60,99 cm² untuk Kultivar Mira (Tabel 4). Demikian juga untuk panjang akar dan volume akar. panjang akar dua kultivar tanaman bayam pada sistem hidroponik rakit apung memiliki nilai rata-rata terbesar yaitu 41,05 cm untuk Kultivar Maestro dan 29,08 cm untuk Kultivar Mira. Panjang akar terendah terdapat pada sistem budidaya vertikultur yaitu 15,63 cm untuk Kultivar Maestro dan 9,43 cm untuk Kultivar Mira. Volume akar dua kultivar tanaman bayam pada sistem hidroponik rakit apung memiliki nilai rata-rata 15,92 ml untuk Kultivar Maestro dan 14,75 ml untuk Kultivar Mira. Volume akar pada sistem budidaya vertikultur yaitu 5,50 ml untuk Kultivar Maestro dan 3,08 ml untuk Kultivar Mira.

Percobaan ini menunjukkan bahwa pertumbuhan kedua kultivar tanaman bayam yang dibudidayakan dengan sistem hidroponik rakit apung memiliki hasil yang sangat baik, ditunjukkan pada jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, luas daun, panjang akar, dan volume akar yang lebih baik bila dibandingkan dengan sistem budidaya lainnya. Pertumbuhan tanaman yang optimal dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti unsur hara, air, oksigen, cahaya, suhu, dan kelembapan. Pada sistem budidaya yang berbeda, terdapat pula perbedaan ketersediaan faktor-faktor pendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Proses respirasi akar yang optimal akan menghasilkan energi akar sehingga akar

dapat menyerap nutrisi hidroponik secara maksimal (Fauzi *et al.*, 2013). Kekurangan oksigen pada aktivitas sistem perakaran menyebabkan permeabilitas membran sel menurun, sehingga dinding sel makin sukar untuk ditembus (Morard dan Silvestre, 1996). Hal ini memengaruhi terjadinya proses penyerapan air dan mineral hara.

Pada sistem budidaya hidroponik, air menjadi media utama sehingga pasokan air selalu tersedia untuk tanaman. Fertigasi dengan otomatisasi lebih efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman selada. Sejalan dengan hasil penelitian Iqbal (2006) yang menunjukkan bahwa fertigasi otomatis meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bayam. Fertigasi bayam secara terputus-putus, terus-menerus, dan manual menghasilkan bobot segar tanaman sebesar 40,95; 41,00; dan 34,63 g.

Pada penelitian ini terlihat bahwa pertanaman dua kultivar bayam yang dibudidayakan dengan sistem budidaya vertikultur menunjukkan hasil terendah bila dibandingkan dengan sistem budidaya lainnya. Hal serupa diperlihatkan dari hasil penelitian Andrian (2018) yang menunjukkan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada sistem vertikultur akan menurun pada keadaan kekurangan intensitas cahaya. Kekurangan intensitas cahaya akan memengaruhi proses fotosintesis oleh tanaman. Proses fotosintesis yang terganggu menyebabkan pembentukan senyawa-senyawa kompleks untuk proses respirasi menjadi tidak optimal sehingga energi yang dibutuhkan untuk aktivitas metabolisme menjadi tidak maksimal.

Hasil Tanaman

Bobot Segar Tanaman. Berdasarkan analisis ragam yang diperoleh, didapatkan bahwa bobot segar dua kultivar tanaman bayam dari pengaruh sistem budidaya konvensional,

vertikultur, dan hidroponik rakit apung berpengaruh secara signifikan. Apabila dilihat pada Tabel 5, bobot segar dua kultivar tanaman bayam pada sistem hidroponik rakit apung memiliki nilai rata-rata terbesar yaitu 53,31 g untuk Kultivar Maestro yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Bobot segar tanaman terendah terdapat pada kultivar Mira dengan sistem budidaya vertikultur.

Demikian juga untuk persentase layak pasar dan umur panen, sistem hidroponik rakit apung memberikan pengaruh terbaik (Tabel 5). Persentase layak pasar dua kultivar tanaman bayam pada sistem hidroponik rakit apung memiliki nilai rata-rata terbesar yaitu 87,26% untuk Kultivar Maestro dan 88,71% untuk Kultivar Mira. Persentase layak pasar terendah terdapat pada sistem budidaya vertikultur yaitu 53,39% untuk Kultivar Maestro dan 36,71% untuk Kultivar Mira. Umur panen dua kultivar tanaman bayam pada sistem hidroponik rakit apung memiliki nilai rata-rata paling cepat yaitu 17,42 HSPT untuk Kultivar Maestro dan Mira. Umur panen tanaman paling lambat terdapat pada sistem budidaya vertikultur yaitu 23,00 HSPT untuk Kultivar Maestro dan 25,75 HSPT untuk Kultivar Mira.

Analisis Usaha Tani. Analisis usaha tani tanaman bayam Kultivar Maestro dan Kultivar Mira (Tabel 10) dari pengaruh sistem budidaya konvensional, vertikultur, dan hidroponik rakit apung cenderung berbeda. Pendapatan dari sistem rakit apung pada kedua varietas bayam memiliki nilai tertinggi daripada sistem konvensional dan vertikultur. Nilai PP sistem budidaya konvensional adalah paling cepat pada kultivar Maestro dan sistem vertikultur adalah paling lama, sementara pada kultivar Mira, sistem hidroponik rakit apung memiliki nilai PP paling cepat dan sistem vertikultur paling lama.

Sistem budidaya tanaman yang dapat digunakan untuk meningkatkan baik kuantitas maupun kualitas hasil adalah sistem hidroponik. Kepadatan tanaman per satuan luas pada budidaya di sistem hidroponik dapat dilipatgandakan sehingga menghemat penggunaan lahan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Wachjar dan Anggayuhlin (2013) bahwa populasi besar dapat meningkatkan produktivitas per satuan luas dibandingkan dengan populasi sedikit. Kualitas hasil dari budidaya pada sistem hidroponik juga lebih baik dibandingkan secara konvensional (Indriasti, 2013). Hal tersebut disebabkan sistem hidroponik memberikan kondisi lingkungan pertumbuhan yang terkendali serta sistem pemberian nutrisi pada tanaman yang lebih efektif baik dalam bentuk pupuk yang digunakan, kondisi pH air, maupun EC air sehingga mempermudah perakaran tanaman untuk menyerap unsur hara (Kulkarni *et al.*, 2018). Kualitas sayuran yang tinggi dilihat dari persentase hasil layak pasar (Tabel 5). Sayuran hidroponik memiliki kualitas yang lebih segar dan lebih bersih bila dibandingkan dengan sayuran konvensional.

Sayuran hidroponik memiliki pasar khusus yang membuat sayuran hidroponik dapat dijual dengan harga yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sayuran konvensional. Penggunaan sistem hidroponik membutuhkan biaya yang tinggi dalam produksinya, akan tetapi kualitas hasil panen yang lebih baik mengakibatkan harga sayuran hidroponik lebih mahal. Nilai *payback period* pada kultivar Mira juga lebih cepat dibandingkan dengan budidaya tanaman secara konvensional dan vertikultur (Tabel 6).

Tabel 5. Pengaruh tiga sistem budidaya terhadap bobot segar tanaman, persentase layak pasar, dan umur panen tanaman bayam Kultivar Maestro dan Mira

Perlakuan		Bobot segar tanaman (g)	Persentase layak pasar (%)	Umur Panen Tanaman (HSPT)
Kultivar	Sistem Budidaya			
Maestrc	Konvensional	34,5 c	64,49b	20,58b
Maestrc	Vertikultur	32,71c	53,39b	23,00c
Maestrc	Rakit Apung	53,31e	87,26c	17,42a
Mira	Konvensional	22,18b	83,83b	22,67c
Mira	Vertikultur	17,00a	36,71a	25,75d
Mira	Rakit Apung	42,59d	88,71c	17,42a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama ke arah vertikal menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5 %

Tabel 6. Kriteria investasi budidaya tanaman bayam Kultivar Maestro

Kriteria Investasi	Sistem Budidaya		
	Konvensional	Vertikultur	Hidroponik Rakit Apung
Kultivar Maestro			
Produksi (Kg)	0,62	0,58	0,95
Nilai Investasi (Rp)	56.700	102.100	150.135
Penerimaan (Rp/Bulan)	12.425	11.773	23.988
Payback Period (Bulan)	4,56	8,67	6,25
Kultivar Mira			
Produksi (Kg)	0,39	0,30	0,76
Nilai Investasi (Rp)	56.700	102.100	150.135
Penerimaan (Rp/Bulan)	12.375	9.485	39.867
Payback Period (Bulan)	4,58	10,76	3,76

Keterbatasan lahan di daerah perkotaan menyebabkan lahan yang dimiliki harus dimanfaatkan secara tepat dan benar. Ashari *et al.* (2012) menyatakan rancangan pemanfaatan pekarangan yang lebih komprehensif diperlukan untuk mengoptimalkan peran lahan pekarangan sebagai penyangga ketahanan pangan rumah tangga. Santoso dan Widy (2014) menyatakan pertanian perkotaan dapat meningkatkan kemandirian masyarakat terutama menjaga ketahanan pangan dalam skala rumah tangga. Sistem hidroponik tidak membutuhkan lahan yang luas dalam pelaksanaannya serta menghasilkan tanaman yang lebih baik dari segi pertumbuhan dan hasilnya membuat penanaman pada sistem hidroponik rakit apung cocok untuk diterapkan pada lahan sempit pekarangan di Kota Bekasi.

Kesimpulan

1. Terdapat perbedaan pertumbuhan dan hasil dua kultivar bayam pada sistem budidaya konvensional (*polybag*), vertikultur, dan hidroponik rakit apung pada lahan sempit pekarangan di Kota Bekasi.
2. Sistem budidaya tanaman bayam dengan hidroponik rakit apung menunjukkan hasil yang terbaik pada kedua kultivar tanaman bayam dari parameter jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, luas daun, panjang akar, volume akar, dan bobot segar sebesar 53,31 g pada Kultivar Maestro dan 42,59 g pada Kultivar Mira, persentase hasil layak pasar sebesar 87,26% pada Kultivar Maestro dan 88,71% pada Kultivar Mira, umur panen 17,42 HSPT untuk kedua

kultivar, dan pendapatan paling tinggi jika dibandingkan dengan sistem budidaya konvensional dan vertikultur.

Daftar Pustaka

- Ahmed, N., H.L.C. Darshanee, I.A. Khan, Z.F. Zhang, and T.X. Liu. 2019. Host selection behavior of the green peach aphid, *Myzus persicae*, in response to volatile organic compounds and nitrogen contents of cabbage cultivars. *Frontier in Plant Science*, 10(79): 1-12
- Andrian, N., Mariati, dan F. E. T. Sitepu. 2018. Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Pemberian Hidrogel dan Frekuensi Penyiraman dengan Sistem Vertikultur. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 6(2): 286-293
- Ashari, Saptana, dan T. B. Purwantini. 2012. Potensi dan Pemanfaatan Lahan Pekarangan Untuk Ketahanan Pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 30 (1): 13-30. Retrieved from <http://pse.litbang.pertanian.go.id/ind/pdf/FAE30-1b.pdf>.
- Asharo, R. K., E. Lisanti, R. Indrayanti, Adis-yahputra, P.O. Pasaribu, R. Priambodo, V. Rizkawati, and Y. Irnidayanti. 2021. Cultivation of family medicinal plants using the verticulture method as efforts to use narrow yard land in Rawamangun, East Jakarta. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani*, 5(1):61-74
- Barbosa, G.L., F.D.A. Gadelha, N. Kublik, A. Proctor, L. Reichelm, E. Weissinger, G.M. Wohlleb, and R.U. Halden. 2015. Compari-

- son of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. Conventional agricultural methods. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 12: 6879-6891
- Beacham, A.M., L.H. Vickers, and J.M. Monaghan. 2019. Vertical farming: a summary of approaches to growing skywards. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 94(3): 277-283
- Bulgari, R., A. Petrini, G. Cocetta, C. Nicoletto, A. Ertani, P. Sambo, A. Ferrante, and S. Nicola. 2021. The Impact of COVID-19 on horticulture: critical issues and opportunities derived from an unexpected occurrence. *Horticulturae*, 7(124): 1-17
- Fauzi R., E. T. S. Putra, dan E. Ambarwati. 2013. Pengayaan Oksigen di Zona Perakaran Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.) Secara Hidroponik. *Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Vegetalika* 2(4): 63-74.
- Food and Agriculture Organization. 2008. *Urban Agriculture For Sustainable Poverty Alleviation and Food Security*. 84p.
- Giriwati, N.S.S., A. Citraningrum, and I. Setyabudi. 2018. Urban farming: people preference towards verticulture model in small housing type-settlements in Malang as sustainable landscape movement. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 179: 1-18
- Handoko. 1994. *Dasar Penyusunan dan Aplikasi Model Simulasi Komputer Untuk Pertanian*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 104 hlm
- Harshana, A., S.B. Patil, and S.S. Udikeri. 2017. Validation of existing IPM module of cotton under high density planting system. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5): 687-690
- Indriasti, R. 2013. *Analisis Usaha Sayuran Hidroponik pada PT Kebun Sayur*.
- Iqbal, M. 2006. *Penggunaan Pupuk Majemuk Sebagai Sumber Hara pada Budidaya Bayam Secara Hidroponik dengan Tiga Fertigasi*. Skripsi. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kulkarni, S., P.S. Abraham, N. Mohanty, N.N. Kadam, and M. Thakur. 2018. *Sustainable Raft Based Hydroponic System for Growing Spinach and Coriander*. Springer International AG, pp.: 117-125
- Lingga, L. 2010. Cerdas Memilih Sayuran. *Jurnal Agronomi* 7(2): 6-8.
- Morard, P., dan J. Silvestre. 1996. Plant Injury Due to Oxygen Deficiency in The Root Environment of Soilless Culture: A Review. *Plant and Soil Vol.* 184:243-254.
- Muchtar, A.F. 2010. *Panduan Praktis Strategi Memenangkan Persaingan Usaha dengan Menyusun Business Plan*. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Nappu, B dan F. Arief. 2012. *Budidaya Sayuran di Lahan Pekarangan*. BPTP Sulawesi Selatan. Available at <http://sulsel.litbang.deptan.go.id>.
- Pemerintah Kota Bekasi. 2020. *Kondisi Geografis Wilayah Kota Bekasi*. Online: <https://www.bekasikota.go.id/pages/kon-disi-geografis-wilayah-kota-bekasi>. (Diakses pada 31 Agustus 2020)
- Samad, M. Y. 2006. Pengaruh penanganan pasca panen terhadap mutu komoditas hortikultura. *Sains Dan Teknologi Indonesia*, 8(1), 31-36.
- Santoso, E. B. dan R. R. Widya. 2014. *Gerakan Pertanian Perkotaan dalam Mendukung Kemandirian Masyarakat di Kota Surabaya*. Seminar Nasional CITIES.
- Septariarini, D.N., A. Herawati, Mujiyo. .2019. Pemanfaatan berbagai tanaman refugia sebagai pengendali hama alami pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *Prima*, 3(1): 1-9.
- Wachjar, A., dan R. Anggayuhlin. 2013. Peningkatan produktivitas dan efisiensi konsumsi air tanaman bayam (*Amaranthus tricolor* L.) pada teknik hidroponik melalui pengaturan populasi tanaman. *Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Bul. Agrohorti* 1(1):127-134.
- Zulfitri. 2005. *Analisis Jenis Dan Polybag Terhadap Pertumbuhan Serta Hasil Cabai (Capsicum Annum L.) Sistem Hidroponik*. *Bulletin Penelitian* (8):1-10.

Saptadi, D. · D. G. Cahyaningrum · N.R. Ardiarini · B. Waluyo

Stabilitas hasil dan adaptabilitas galur-galur harapan kacang Bogor di tiga lokasi

Sari Kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) potensial dikembangkan sebagai komoditi pangan rendah lemak. Pengembangan dan peningkatan hasil komoditas ini dapat dilakukan melalui penyediaan varietas unggul. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui stabilitas dan adaptabilitas hasil enam galur harapan kacang Bogor, yaitu GSG 2.1.1, GSG 2.5, GSG 1.5, CCC 1.4.1, PWBG 5.3.1, dan BBL 6.1.1. Penelitian dilakukan di tiga lokasi yang memiliki karakteristik ketinggian tempat, kondisi lahan, dan musim tanam berbeda. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan yang dilanjutkan dengan analisis varians gabungan. Analisis regresi digunakan untuk menentukan stabilitas dan adaptabilitas hasil berdasarkan Eberhart-Russell dan Finlay-Wilkinson. Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi genotipe x lingkungan pada bobot hasil panen polong segar dan bobot hasil biji kering. Galur GSG 2.5 dan CCC 1.4.1 mempunyai hasil polong segar dengan rata-rata 15,50 t ha⁻¹ dan 15,71 t ha⁻¹ dan hasil biji kering dengan rata-rata 4,58 t ha⁻¹ dan 4,57 t ha⁻¹ yang stabil dan beradaptasi luas. Galur GSG 1.5 dan BBL 6.1.1 merupakan galur yang mempunyai potensi hasil tinggi untuk polong segar dengan rata-rata 17,16 t ha⁻¹ dan 18,90 t ha⁻¹ pada lingkungan yang produktif.

Kata kunci: Interaksi G x E · Kacang Bogor · Pemuliaan tanaman · Stabilitas hasil · Uji adaptasi

Yield stability and adaptability of bambara groundnut promising lines in three locations

Abstract. The bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) has the potential to become a low-fat food commodity. The development and improvement of this commodity yield can be accomplished through the introduction of superior varieties.

The study was carried out in three different locations with varying altitude, land type, and growing season. A randomized block design with three replications was implemented in the experiment, which was then followed by a combined analysis of variance. Regression analysis was used to determine the stability and adaptation of yield based on Eberhart-Russell and Finlay-Wilkinson. The results revealed that there was an interaction between genotypes and environments on yield of fresh pods weight and yield of dried seeds weight. Lines of GSG 2.5 and CCC 1.4.1 had fresh pod yields with an average of 15.50 t ha⁻¹ and 15.71 t ha⁻¹ and dry seed yields an average of 4.58 t ha⁻¹ and 4.57 t ha⁻¹ which is stable and wide adaptations. In an ideal environment, the GSG 1.5 and BBL 6.1.1 lines had high yield potential for fresh pods, with an average of 17.16 t ha⁻¹ and 18.90 t ha⁻¹.

Keywords: Adaptation test · Bambara groundnut · G x E interaction · Plant breeding · Yield stability

Diterima : 26 Februari 2021, Disetujui : 5 Juni 2021, Dipublikasikan : 1 Agustus 2021

DOI: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i2.32418>

Saptadi, D. · D. G. Cahyaningrum · N.R. Ardiarini · B. Waluyo

1Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang, 65145

Korespondensi: budiwaluyo@ub.ac.id

Pendahuluan

Kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia karena dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif sumber pangan rendah lemak. Saat ini sebagian besar produksinya masih dimanfaatkan untuk camilan. Analisa biokimia terhadap kandungan karbohidrat, lemak, protein, dan mineral menunjukkan nilai diet yang seimbang. Kacang Bogor diketahui memiliki kandungan protein 19% dan mengandung semua asam amino esensial serta serat diet 10%, kandungan fraksi terlarut rendah dan kandungan lemak sebesar 1,4%, dan proporsi lemak tak jenuh 61% (Yao *et al.*, 2015). Skor protein 80% jika dibandingkan dengan kacang tanah (65%), kedelai (74%), dan kacang tunggak (64%) (Schaafsma, 2012). Kacang Bogor juga dikenal sebagai tanaman yang tahan ditanam pada lahan kering (Mabhaudhi and Modi, 2013; Muhammad *et al.*, 2016).

Pengembangan kacang Bogor di Indonesia menghadapi beberapa kendala, diantaranya belum tersedianya varietas unggul. Varietas yang dibudidayakan petani adalah varietas lokal yang biasanya di dalam populasi mempunyai keragaman tinggi, umur panjang, dan produktivitas rendah (Rahmawati *et al.*, 2016). Upaya pemuliaan tanaman perlu dilakukan guna menghasilkan varietas-varietas unggul berdaya hasil tinggi yang dapat beradaptasi secara luas di kondisi agroklimat Indonesia. Kacang Bogor adalah tanaman menyerbuk sendiri (Chijioke *et al.*, 2010) sehingga cukup mudah untuk mendapatkan populasi yang memiliki komposisi genetik yang homozigot dan homogen. Underutilised Crop Research Center di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya telah melakukan upaya pemuliaan kacang Bogor yang dimulai dengan eksplorasi, koleksi, dan seleksi terhadap galur-galur yang dibudidayakan di Indonesia (Nuryati *et al.*, 2014; Arif *et al.*, 2016; Nugraha *et al.*, 2017). Uji daya hasil pendahuluan terhadap 6 galur telah dilakukan dan didapatkan informasi bahwa daya hasil galur-galur terpilih tersebut relatif tinggi (Pratama dan Saptadi, 2017). Uji stabilitas hasil dan adaptabilitas perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa layak galur-galur tersebut dikembangkan lebih lanjut menjadi varietas unggul. Acuan hasil panen pada kacang Bogor di petani ialah hasil panen polong segar yang

biasanya dilanjutkan untuk diolah sebagai bahan baku industri makanan ringan, dan hasil biji kering yang biasanya digunakan sebagai bahan baku industri tepung dan benih.

Penampilan suatu tanaman tidak semata-mata dikendalikan oleh faktor genetik, tetapi juga oleh faktor lingkungan dan interaksi antara keduanya. Kegagalan suatu genotipe secara konsisten merespons kondisi lingkungan yang bervariasi disebut dengan interaksi genotipe lingkungan (GxE) (Nor and Cady, 1979). Stabilitas dan adaptabilitas suatu galur terhadap lingkungan yang beragam biasanya diuji dengan melihat derajat interaksinya pada lingkungan tumbuh yang berbeda (Finlay dan Wilkinson, 1963). Pengetahuan tentang interaksi genotipe dan lingkungan sangat berguna untuk meningkatkan efisiensi program pemuliaan dan seleksi untuk mendapatkan genotipe terbaik (Dolinassou *et al.*, 2016). Suatu genotipe menunjukkan stabilitas yang statis apabila memiliki daya produktivitas yang sama pada berbagai lingkungan tumbuh, dan dikatakan memiliki stabilitas dinamis apabila daya adaptasinya mengikuti indeks lingkungan (Becker and Leon, 1988).

Informasi kemampuan potensi, adaptasi, dan stabilitas hasil dapat menggali keunggulan karakter dari ukuran metrik suatu genotipe dan menjadi dasar dari penilaian calon varietas sebagai salah satu syarat untuk pelepasan varietas di Indonesia. Analisis terhadap interaksi genotipe dengan lingkungan penting dilakukan untuk mengidentifikasi genotipe beradaptasi spesifik atau beradaptasi luas (Sabaghnia *et al.*, 2012). Uji adaptasi kacang-kacangan dan ubi-ubian dapat dilakukan pada lokasi sawah, tadah hujan, dan lahan kering (Syukur *et al.*, 2012).

Metode regresi linier dari Finlay dan Wilkinson (1963) dan Eberhart dan Russell (1966) telah banyak digunakan untuk menguji stabilitas dan adaptabilitas pada banyak komoditi tanaman (Adie *et al.*, 2013; Rahayu *et al.*, 2013; Purwoko *et al.*, 2014; Akmal *et al.*, 2015). Kedua metode tersebut menggunakan parameter koefisien regresi (b_i), simpangan regresi (Sd^2) suatu galur untuk menduga daya adaptasi dan stabilitas hasil. Hasil dari pengujian pada penelitian ini diharapkan memberikan informasi tentang stabilitas daya hasil dan kemampuan adaptasi galur-galur yang diuji di beberapa lingkungan tumbuh sehingga dapat diperoleh galur-galur harapan

yang beradaptasi luas dan galur-galur yang beradaptasi secara sempit atau spesifik lingkungan.

Bahan dan Metode

Enam galur harapan kacang Bogor hasil pemuliaan tanaman di Underutilised Crops Research Centre, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya yaitu GSG 2.1.1, GSG 2.5, GSG 1.5, CCC 1.4.1, PWBG 5.3.1, dan BBL 6.1.1 ditanam di tiga lokasi berbeda di Kabupaten Malang (Tabel 1). Percobaan pada tiap lokasi dilakukan berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) diulang 3 kali. Plot percobaan berupa bedengan berukuran 0,7 x 3,9 m. Jarak tanam pada bedengan 0,30 x 0,25 m. Pemupukan pertama diberikan bersamaan dengan pengolahan lahan dengan pupuk kandang 1,5 ton ha⁻¹, SP 36 100 kg ha⁻¹, dan KCL 100 kg ha⁻¹. Pupuk Urea 50 kg ha⁻¹ diberikan 3 kali, yaitu pada saat tanam, pada saat tanaman berumur 21 hst, dan pada saat tanaman menjelang berbunga berumur 40 hst.

Pengamatan dilakukan pada penelitian ini ialah pada karakter hasil panen polong segar (ton ha⁻¹) dan hasil panen biji kering (ton ha⁻¹). Data hasil pengamatan dianalisis ragam berdasarkan rancangan acak kelompok pada masing-masing lokasi untuk mendeteksi ragam galat setiap unit percobaan. Uji dilanjutkan dengan uji homogenitas ragam galat di setiap unit percobaan menggunakan metode Bartlett dengan prinsip uji khi-kuadrat (Gomez & Gomez, 1995) sebagai berikut:

$$\chi^2 = \frac{(2,3026)(f)(k \log s_p^2 - \sum_{i=1}^k \log s_i^2)}{1 + \frac{k+1}{3kf}}, \text{ untuk derajat}$$

bebas (k-1)

di mana:

k = banyaknya ragam yang diuji; f = derajat bebas dari k-buah ragam yang diuji; s_p^2 = nilai ragam gabungan; s_i^2 = nilai ragam masing-masing lingkungan

Jika nilai ragam galat pada semua unit percobaan homogen, maka dilanjutkan dengan analisis ragam gabungan dari seluruh lokasi sehingga akan dihasilkan satu sumber ragam galat untuk melakukan analisis ragam gabungan masing-masing lokasi. Sumber ragam GxE yang memiliki nilai kuadrat tengah

berbeda nyata pada nilai signifikansi 5% dilanjutkan dengan uji perbedaan rata-rata antar galur dalam lokasi yang sama menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%. Perbedaan respons galur terhadap lingkungan ditentukan berdasarkan pada stabilitas hasil dengan model regresi linier (Eberhart and Russell, 1966) dan adaptasi terhadap lingkungan dengan metode Finlay and Wilkinson (1963) melalui interpretasi sebagai berikut. Jika nilai koefisien regresi suatu galur (b_i) tidak berbeda nyata dengan 1, dan nilai simpangan terhadap regresi (Sd^2) tidak berbeda nyata dengan 0 maka galur tersebut stabil, dan nilai Sd^2 sama dengan nol dengan $b_i > 1$ maka galur beradaptasi pada lingkungan produktif, jika $b_i < 1$ maka galur beradaptasi pada lingkungan marginal.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan karakteristik lingkungan di 3 lokasi dan waktu penanaman yang berbeda, diperoleh keragaman lingkungan yang berbeda, baik dari jenis tanah, tekstur tanah, curah hujan, kelembaban udara relatif, dan kandungan bahan organik lahan tempat percobaan (Tabel 1). Perbedaan karakteristik lingkungan ini merupakan komponen yang dapat diduga dan komponen yang tidak dapat diduga (Allard and Bradshaw, 1964) yang secara statistika dapat dijadikan sebagai komponen sumber keragaman yang acak untuk penilaian stabilitas dan adaptabilitas (Annicchiarico *et al.*, 2006) dari galur-galur harapan yang diuji.

Anova pada karakter hasil panen polong segar dan hasil panen biji kering di setiap lokasi menunjukkan adanya keragaman pada galur yang diuji. Uji homogenitas ragam galat pada karakter hasil panen polong segar dan hasil panen biji kering di tiga lokasi menunjukkan homogen. Hal ini menunjukkan bahwa galat dari data yang diperoleh di tiga lokasi tidak berbeda dan dapat dilakukan analisis ragam gabungan sehingga untuk pengujian penampilan dapat menggunakan satu sumber galat. Ragam galat gabungan digunakan untuk mendapatkan satu nilai galat pada serangkaian hasil penelitian yang melibatkan unit percobaan yang berbeda berkaitan dengan interaksi genotipe x lingkungan (LeClerg *et al.*, 1966; Petersen, 1994; Annicchiarico, 2002).

Hasil analisis ragam gabungan pada variabel hasil panen polong segar dan hasil biji kering menunjukkan bahwa lingkungan, genotype, dan interaksi genotype lingkungan berkontribusi terhadap keragaman pada karakter yang diamati. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman yang muncul pada karakter yang diukur adalah karena disebabkan oleh lokasi, galur, dan interaksi antara galur x lokasi. Lingkungan adalah semua aspek yang mendukung pertumbuhan tanaman sehingga tanaman dapat memanfaatkan sumber daya di sekitarnya secara optimal yang dikonversi menjadi hasil. Interaksi x genotype yang nyata pada analisis ragam gabungan memungkinkan penelitian ini mengkaji kontribusi setiap komponen sumber ragam terhadap penampilan karakter pada setiap galur kacang Bogor yang diuji.

Keragaman pada karakter hasil bobot polong segar disebabkan oleh faktor lokasi sebesar 30,63%, faktor genotype sebesar 19,30%, dan faktor interaksi genotype x lingkungan sebesar 34,36%. Berdasarkan besaran proporsi ini dapat diketahui pengaruh interaksi genotype x lingkungan memberikan pengaruh terbesar terhadap keragaman karakter hasil bobot polong segar. Pada karakter hasil bobot biji kering, keragaman yang terjadi disebabkan oleh faktor lokasi sebesar 51,54%, faktor genotype 10,26%, dan faktor interaksi genotype x lingkungan sebesar 26,63% (Tabel 2). Hasil ini menunjukkan bahwa keragaman terbesar adalah akibat dari adanya variasi pada lingkungan, dalam hal ini lokasi dan interaksi genotype x lingkungan dibandingkan dengan faktor yang disebabkan oleh genotype. Hal ini berpengaruh terhadap pengambilan keputusan dalam pengembangan kacang Bogor. Interaksi genotype x lingkungan sangat berpengaruh terhadap pemilihan genotype kacang Bogor pada tiga lokasi berbeda yang disebabkan faktor lingkungan yang berpengaruh, terdiri dari

perbedaan curah hujan, temperatur, dan kesuburan tanah (Pungulani *et al.*, 2012).

Urutan peringkat galur kacang Bogor berdasarkan hasil polong segar maupun biji kering menunjukkan perbedaan untuk tiap lokasi. Semua genotype memiliki hasil yang rendah di lokasi Kromengan yang memiliki produktifitas lahan relatif rendah. Genotype BBL 6.1.1 memiliki hasil polong segar tertinggi di semua lokasi. Lima dari enam genotype meningkat hasilnya dengan meningkatnya tingkat kesuburan tanah (Gambar 1 dan 2). Perubahan peringkat suatu genotype pada setiap lokasi uji menunjukkan adanya interaksi kualitatif sebagai suatu interaksi genotype x lingkungan (Baye *et al.*, 2011). Interaksi genotype x lingkungan yang bersifat kualitatif menyebabkan seleksi genotype sulit dilakukan karena satu genotype hanya sesuai untuk lingkungan tertentu dan genotype lain untuk lingkungan yang berbeda. Analisis stabilitas diperlukan pada kondisi ini untuk menentukan genotype yang stabil pada berbagai lingkungan (Asad *et al.*, 2009). Analisis stabilitas dapat secara efektif menguraikan pengaruh interaksi genotype x lingkungan sehingga genotype-genotype yang stabil dan spesifik dapat dipilah (Farshadfar *et al.*, 2012).

Finlay dan Wilkinson (1963) menyatakan bahwa suatu genotype dinyatakan stabil dengan daya adaptasi tinggi terhadap semua lingkungan apabila memiliki koefisien regresi (b_i) = 1 dan rata-rata hasil lebih tinggi dari rata-rata total. Eberhart dan Russell (1966) menyatakan suatu genotype dinyatakan stabil apabila memiliki nilai koefisien regresi (b_i) mendekati 1 dan nilai simpangan regresi (S_{b_i}) mendekati 0. Karakter hasil panen polong segar galur BBL 6.1.1 dan galur GSG 1.5 menunjukkan nilai koefisien regresi tidak sama dengan satu sehingga dikatakan tidak stabil, sedangkan galur GSG 2.5, GSG 2.1.1, CCC 1.4.1, dan PEBG 5.3.1 adalah galur yang stabil (Tabel 3).

Tabel 1. Deskripsi tempat penanaman kacang Bogor di tiga lokasi berbeda di Kab. Malang

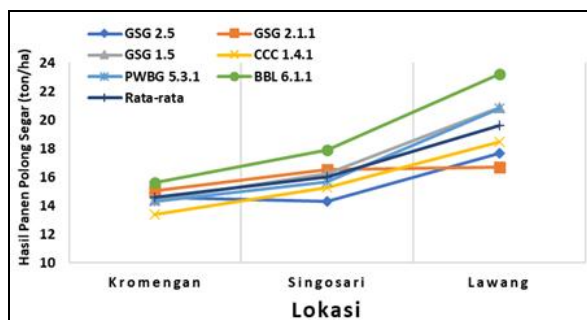
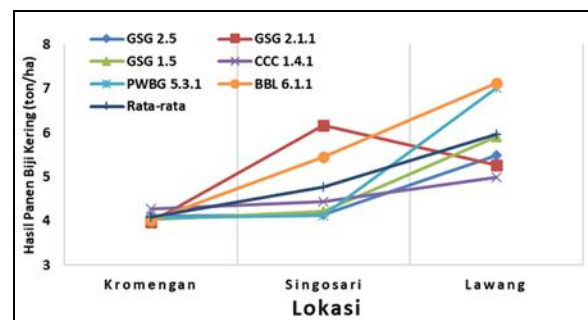
Lokasi/ penanaman	Jenis lahan	Ketinggian (mdpl)	Jenis tanah	Tekstur tanah	CH (mm)	Suhu (°C)		RH (%)	BO (%)
						mak	min		
Kromengan/ Feb-Mei	tegal	330	Alluvial	Lempung liat berdebu	1563,50	27,81	24,53	83	0,44
Singosari/ Mei-Sept	sawah	436	Latosol	Debu	658,60	28,10	24,08	73	1,85
Lawang/ Juni- Okt	sawah tadah hujan	602	Latosol	Lempung berdebu	721,60	28,38	24,70	72	2,05

Keterangan: CH adalah curah hujan, RH adalah kelembaban, BO adalah bahan organik

Tabel 2. Hasil analisis ragam gabungan untuk hasil panen polong segar dan hasil panen biji kering 6 galur kacang Bogor pada 3 lokasi

Sumber Keragaman	db	Hasil panen polong segar			Hasil panen biji kering		
		KT	F hit	Kontribusi keragaman (%)	KT	F hit	Kontribusi keragaman (%)
Ulg/Lingk	6	1,45	1,63		0,23	1,15	
Lingk (L)	2	11,90	13,37**	30,63	16,45	82,25**	51,54
Genotipe (G)	5	3,00	3,37**	19,30	1,31	6,55**	10,26
Interaksi G x L	10	0,35	0,39**	34,36	1,70	8,50**	26,63
Galat	30	0,89			0,20		
Total	53	17,59			19,89		

Keterangan: db adalah derajat bebas, KT adalah kuadrat tengah, F hit adalah nilai F hitung

**Gambar 1. Pola peringkat hasil panen polong segar 6 galur kacang Bogor di 3 lokasi****Gambar 2. Pola peringkat hasil panen biji kering 6 galur kacang Bogor di 3 lokasi**

Koefisien regresi dari genotipe GSG 1.5 dan BBL 6.1.1 berbeda nyata dengan 1 dengan nilai koefisien regresi berbeda nyata lebih besar dari 1, yaitu berada di atas garis horizontal sehingga kedua genotipe tersebut adaptif pada lingkungan produktif (Gambar 3). Hasil uji regresi antara karakter hasil panen polong segar (ton ha^{-1}) dengan indeks lokasi menunjukkan bahwa galur BBL 6.1.1 dan GSG 1.5 berada di atas garis rata-rata dibandingkan lima galur yang lainnya yang mengindikasikan bahwa galur tersebut memiliki responsibilitas tinggi sesuai dengan indeks lingkungan. Galur tersebut memiliki stabilitas di bawah rata-rata, sehingga memiliki kepekaan yang tinggi terhadap perubahan lingkungan dan dapat direkomendasikan ditanam di lahan produktif lokasi 3 (Lawang).

Hasil panen polong segar menandakan galur PWBG 5.3.1 adalah galur yang stabil dan berada di atas garis linier rata-rata yang mengindikasikan penampilan galur tersebut sesuai dengan perubahan indeks lingkungan dan beradaptasi baik pada seluruh lingkungan. Galur CCC 1.4.1, GSG2.5, serta GSG 2.1.1 adalah galur yang stabil namun memiliki nilai rata-rata berada di bawah garis linier rata-rata (Gambar 3). Hal ini mengindikasikan bahwa galur tersebut stabil dengan daya hasil yang rendah.

Hasil uji sampel tanah yang telah dilakukan di tiga lokasi mengindikasikan lokasi 3 memiliki bahan organik yang lebih tinggi dibandingkan lokasi lainnya. Bahan organik dapat meningkatkan panjang polong, jumlah polong, dan berat polong segar tanaman karena banyak mengandung unsur hara N, P, dan K yang dapat berperan dalam pembentukan dan pertambahan luas daun. Semakin tinggi residu bahan organik yang ada dalam tanah maka semakin banyak hara N, P, K yang diserap oleh tanaman (Safuan *et al.*, 2012).

Hasil analisis stabilitas pada karakter hasil biji kering menunjukkan bahwa seluruh galur memiliki nilai koefisien regresi (b_i) sama dengan satu dan ada galur yang mempunyai nilai simpangan dari regresi tidak sama dengan nol (Tabel 4). Hasil biji kering Galur BBL 6.1.1 berada di atas garis linier rata-rata dan memiliki koefisien regresi tidak berbeda nyata dengan satu serta simpangan terhadap regresi sama dengan nol. Hal ini mengindikasikan bahwa galur tersebut stabil dengan penampilan di atas rata-rata umum untuk karakter hasil biji kering. Galur GSG 2.5, GSG 1.5 dan CCC 1.4.1 adalah galur yang stabil namun penampilan rata-rata berada di bawah garis linier rata-rata umum (Gambar 4). Galur GSG 2.1.1 dan galur PEBG 5.3.1 memiliki nilai koefisien regresi tidak

berbeda nyata dengan satu namun memiliki nilai Sd^2 berbeda nyata dengan nol. Jika suatu galur memiliki nilai simpangan terhadap regresi tidak sama dengan nol, maka penampilan galur tersebut sulit diprediksi.

Pada lokasi 1, curah hujan masih tinggi ketika tanaman memasuki fase generatif, sementara pada lokasi 2 dan 3, fase pertumbuhan generatif telah memasuki musim kemarau. Seperti halnya kacang tanah, kacang Bogor memiliki polong yang berkembang di dalam tanah setelah penyerbukan. Kelembaban terlalu tinggi pada saat pengisian polong akan menurunkan hasil (Rahmianna *et al.*, 2015). Tingginya curah hujan pada saat fase generatif

menyebabkan hasil biji yang lebih kecil. Penelitian yang dilakukan di Ghana mendapatkan hasil bahwa produksi polong dan biji bervariasi antar genotipe berbeda dan musim berbeda. Hasil polong berkisar antara 600 kg ha⁻¹ sampai 5,5 ton ha⁻¹, sementara hasil biji antara 420 kg ha⁻¹ hingga 3,8 ton ha⁻¹ (Berchie *et al.*, 2016). Lokasi 3 juga memiliki lebih banyak bahan organik dibanding dengan dua lokasi lainnya. Hal ini yang menyebabkan respons penampilan berat biji kering kacang Bogor di lokasi 3 lebih unggul dibandingkan dengan dua lokasi lainnya. Pemberian bahan organik terbukti meningkatkan berat kering biji pada kedelai sebesar 66,5% (Hanum, 2013).

Tabel 3. Stabilitas (Eberhart Russell) dan adaptabilitas (Finlay-Wilkinson) karakter hasil panen polong segar (ton ha⁻¹) 6 galur kacang Bogor

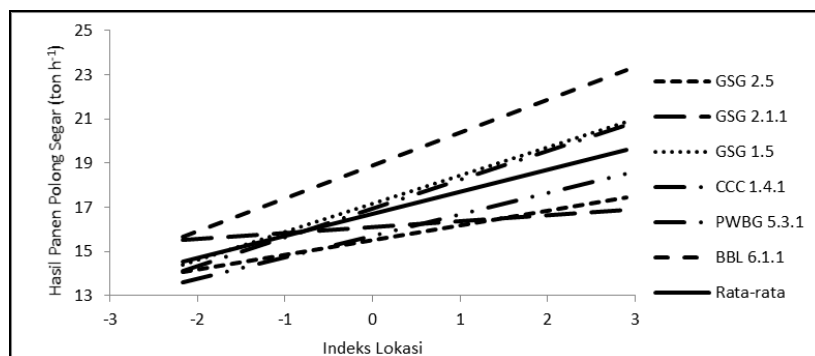
Galur	Rentang	Rerata	bi=1	Sd ² = 0	Stabilitas	Adaptabilitas
GSG 2.5	14,28 - 17,66	15,50	0,67 ^{tn}	0,63 ^{tn}	Stabil	A
GSG 2.1.1	15,06 - 16,70	16,09	0,27 ^{tn}	0,40 ^{tn}	Stabil	A
GSG 1.5	14,38 - 20,88	17,16	1,28*	-0,21 ^{tn}	Tidak Stabil	A+
CCC 1.4.1	13,39 - 18,45	15,71	0,97 ^{tn}	-0,08 ^{tn}	Stabil	A
PWBG 5.3.1	14,31 - 20,82	16,94	1,31 ^{tn}	-0,07 ^{tn}	Stabil	A
BBL 6.1.1	15,59 - 23,21	18,90	1,49*	-0,20 ^{tn}	Tidak Stabil	A+
Rata-rata		16,72				

Keterangan: b = koefisien regresi, Sd² = simpangan regresi, * = berbeda nyata dari 1 atau 0, tn = tidak nyata
A = Adaptasi luas pada seluruh lingkungan pengujian, A+ = Adaptasi sempit pada lingkungan produktif

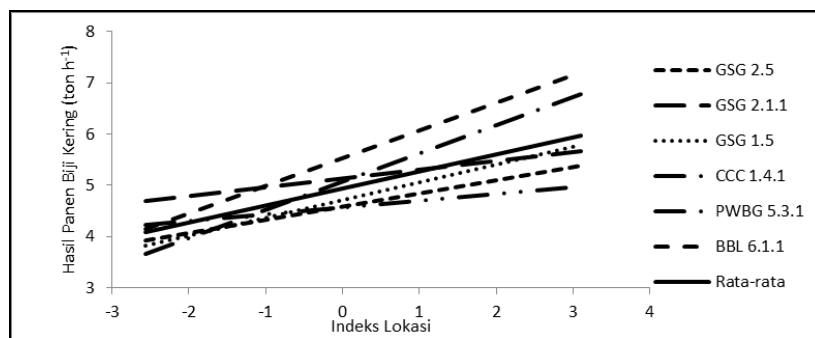
Tabel 4. Stabilitas dan adaptabilitas karakter hasil panen biji kering (ton ha⁻¹) 6 galur kacang bogor menurut Eberhart-Russell dan Finlay-Wilkinson

Galur	Rentang	Rerata	bi=1	Sd ² = 0	Stabilitas	Adaptabilitas
GSG 2.5	4,11 - 5,49	4,58	0,78	0,07	Stabil	A
GSG 2.1.1	3,98 - 6,17	5,14	0,51	1,87*	Tidak dapat diprediksi	-
GSG 1.5	4,03 - 5,90	4,72	1,04	0,09	Stabil	A
CCC 1.4.1	4,27 - 4,99	4,57	0,39	-0,06	Stabil	A
PWBG 5.3.1	4,07 - 7,02	5,07	1,66	0,58*	Tidak dapat diprediksi	-
BBL 6.1.1	4,02 - 7,13	5,53	1,62	0,00	Stabil	A
Rata-rata		4,93				

Keterangan: b = koefisien regresi, Sd² = simpangan regresi, * = berbeda nyata dari 1 atau 0, tn = tidak nyata
A = Adaptasi luas pada seluruh lingkungan pengujian, A+ = Adaptasi sempit pada lingkungan produktif



Gambar 3. Grafik Hubungan Linier Karakter Berat Polong Segar (ton ha⁻¹) dengan Indeks Lokasi.



Gambar 4. Grafik Hubungan Linier Karakter Berat Biji Kering (ton.ha⁻¹) dengan Indeks Lokasi.

Pada hasil pengujian stabilitas hasil terlihat bahwa setiap populasi galur harapan kacang Bogor mempunyai kemampuan adaptasi yang berbeda. Penyebab stabilitas hasil belum diketahui secara jelas tetapi diduga disebabkan adanya mekanisme penyangga individu dan penyangga populasi (Allard and Bradshaw, 1964). Populasi yang mempunyai komposisi genetik heterogen pada umumnya mempunyai kemampuan penyangga lebih besar daripada yang komposisi genetiknya homogen pada lokasi berbeda. Syukur *et al.* (2012) menjelaskan bahwa varietas beradaptasi dengan baik disebabkan varietas tersebut memiliki susunan gen atau kombinasi gen sedemikian sehingga mampu mempertahankan sifat morfologi maupun fisiologi yang dapat menyesuaikan diri pada lingkungan tertentu atau perubahan lingkungan. Hasil observasi Akande *et al.* (2009) menyebutkan bahwa penampilan galur yang stabil dengan daya hasil tinggi menunjukkan bahwa galur tersebut dapat ditanam pada rentang lingkungan budidaya yang luas.

Kesimpulan

Galur-galur yang diuji telah memiliki tingkat keseragaman yang tinggi. Galur BBL 6.1.1 adalah galur dengan umur panen yang lebih awal dengan potensi hasil tertinggi yang beradaptasi pada lingkungan produktif. Galur GSG 1.5 adalah galur yang hanya sesuai untuk ditanam pada lingkungan produktif. Galur PWBG 5.3.1 adalah galur yang stabil dan berproduksi tinggi. Galur GSG 2.5, 2.1.1, dan CCC 1.4.1 adalah galur yang stabil pada seluruh lingkungan dengan produktivitasnya relatif rendah.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Kemenristek Dikti bantuan pembiayaan penelitian ini melalui skema hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2016.

Daftar Pustaka

- Adie, M.M., A. Krisnawati, and G. Susanto. 2013. Genotype $\times$ environment interactions, yield potential and stability of black soybean (*Glycine max* (L.) Merr) promising lines. *Ber. Biol.* 12(1): 79-86.
- Akande, S.R., L.B. Taiwo, A.A. Adegbite, and O.F. Owolade. 2009. Genotype $\times$ environment interaction for soybean grain yield and other reproductive characters in the forest and savanna agro-ecologies of South-west Nigeria. *African J. Plant Sci.* 3(6): 127-132.
- Akmal, A., C. Gunarsih, dan M.Y. Samaullah. 2015. Adaptasi dan stabilitas hasil galur-galur aromatik padi sawah di Sumatera Utara. *J. Penelit. Pertan. Tanam. Pangan* 33(1): 9. doi: 10.21082/jpptp.v33n1.2014.p9-16.
- Allard, R.W., and A.D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype- environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4(5): 503-508. doi: 10.2135/cropsci1964.0011183x000400050021x.
- Annicchiarico, P. 2002. Genotype $\times$ environment interactions: challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, Italy.

- Annicchiarico, P., F. Bellah, and T. Chiari. 2006. Repeatable genotype x location interaction and its exploitation by conventional and GIS-based cultivar recommendation for durum wheat in Algeria. *Eur. J. Agron.* 24(1): 70-81. doi: 10.1016/j.eja.2005.05.003.
- Arif, A., N. Kendarini, and Kuswanto. 2016. Evaluation of genetic purity on 20 genotypes of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdcourt) selected from single seed descent morphological character. *J. Produksi Tanam.* 4(3): 169-173. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/277/268>.
- Asad, M.A., H.R. Bughio, I.A. Odhano, M.A. Arain, and M.S. Bughio. 2009. Interactive effect of genotype and environment on the paddy yield in Sindh province. *Pakistan J. Bot.* 41(4): 1775-1779.
- Baye, T.M., T. Abebe, and R.A. Wilke. 2011. Genotype-environment interactions and their translational implications. *Per. Med.* 8(1): 59-70. doi: 10.2217/pme.10.75.
- Becker, H., and J. Leon. 1988. Stability Analysis in Plant Breeding. *Plant Breed.* 101(1): 1-23. doi: 10.1111/j.1439-0523.1988.tb00261.x.
- Berchie, J., H. Dapaah, A. Agyeman, J. Sarkodie-Addo, J. Addo, et al. 2016. Performance of five bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landraces in the transition agroecology of Ghana under different sowing dates. *Agric. Food Sci. J. Ghana* 9: 718-729.
- Chijioke, O.B., U.M. Ifeanyi, and A.C. Blessing. 2010. Pollen behaviour and fertilization impairment in Bambara groundnut (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.). *J. Plant Breed. Crop Sci.* 2(1): 12-23. <http://international.scholarsjournals.org/download.php?id=171100628520309740.pdf&type=application/pdf&op=1>.
- Dolinassou, S., J.B.N. Tchiagam, A.D. Kemoral, and N.N. Yanou. 2016. Genotype x environment interaction and kernel yield-stability of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in Northern Cameroon. *J. Appl. Biol. Biotechnol.* 4(01): 1-7. doi: 10.7324/jabb.2016.40101.
- Eberhart, S.A., and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6(1): 36-40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183x000600010011x.
- Farshadfar, E., M.M. Poursiahbidi, and M. Jasemi. 2012. Evaluation of phenotypic stability in bread wheat genotypes using GGE-biplot. *Int. J. Agric. Crop Sci.* 4(13): 904-910.
- Finlay, K.W., and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14(6): 742-754. doi: 10.1071/AR9630742.
- Gomez, K.A., dan A.A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. 2nd ed. UI-Press, Jakarta.
- Hanum, C. 2013. Pertumbuhan, hasil, dan mutu biji kedelai dengan pemberian pupuk organik dan Fosfor. *J. Agron. Indones.* 41(3): 209-214. doi: 10.24831/jai.v41i3.8098.
- LeClerg, E.L., W.H. Leonard, and A.G. Clark. 1966. *Field Plot Technique*. 2nd ed. Burges Publishing Company, Minneapolis 23, Minnesota.
- Mabhaudhi, T., and A.T. Modi. 2013. Growth, phenological and yield responses of a bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landrace to imposed water stress under field conditions. *South African J. Plant Soil* 30(2): 69-79. doi: 10.1080/02571862.2013.790492.
- Muhammad, Y.Y., S. Mayes, and F. Massawe. 2016. Effects of short-Term water deficit stress on physiological characteristics of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.). *South African J. Plant Soil* 33(1): 51-58. doi: 10.1080/02571862.2015.1056847.
- Nor, K.M., and F.B. Cady. 1979. Methodology for identifying wide adaptability in crops. *Agron. J.* 71: 556-559.
- Nugraha, A.A., N.R. Ardiarini, dan Kuswanto. 2017. Uji keseragaman galur dan kekerabatan antar galur kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) hasil single seed descent kedua. *J. Produksi Tanam.* 5(7): 1196-1206.
- Nuryati, A. Soegianto, and Kuswanto. 2014. Genetic relationship and variability among Indonesian purified local lines of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) based on morphological characters. *African J. Sci. Res.* (3): 18-24. <http://ajsr.rstpublishers.com/>.
- Petersen, R.R. 1994. *Agricultural Field Experiments: Design and Analysis*. Marcel Dekker, Inc., New York-Basel-Hongkong.
- Pratama, P., dan D. Saptadi. 2017. Uji daya hasil delapan galur harapan kacang Bogor (*Vigna subterranea* L. Verdcourt.) berdaya hasil tinggi. *J. Produksi Tanam.* 5(10): 1686-

1691. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/viewFile/558/561>.
- Pungulani, L., D. Kadyampakeni, L. Nsapato, and M. Kachapila. 2012. Selection of high yielding and farmers' preferred genotypes of bambara Nut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) in Malawi. *Am. J. Plant Sci.* 03(12): 1802-1808. doi: 10.4236/ajps.2012.312a221.
- Purwoko, B.S., D. Wirnas, and S. Dewi. 2014. Potensi dan stabilitas hasil, serta adaptabilitas galur-galur padi gogo tipe baru hasil kultur anthera. *J. Agron. Indones.* 42(1): 9-16.
- Rahayu, S., A.K. Dewi, Yulidar, D. Wirnas, dan H. Aswidinnoor. 2013. Analisis stabilitas dan adaptabilitas beberapa galur padi dataran tinggi hasil mutasi induksi. *A Sci. J. Appl. Isot. Radiat.* 9(2): 81-90.
- Rahmawati, A., H. Purnamawati, dan Y.W.E. Kusumo. 2016. Pertumbuhan dan produksi kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Vercourt) pada beberapa jarak tanam dan frekuensi pembumbunan. *Bul. Agrohorti* 4(3): 302.
- Rahmianna, A.A., H. Pratiwi, dan D. Harnowo. 2015. Budidaya Kacang Tanah. dalam: Kasno, A., Rahmianna, A.A., Mejaya, I.M.J., Harnowo, D., dan Purnomo, S., editor. Kacang Tanah, Inovasi Teknologi dan Pengembangan Produk. Balitkabi, Malang. p. 133-169
- Sabaghnia, N., R. Karimizadeh, and M. Mohammadi. 2012. Genotype by environment interaction and stability analysis for grain yield of lentil genotypes. *Zemdirbyste-Agriculture* 99(3): 305-312.
- Safuan, L.O., Buludin, and N.W.S. Suliartini. 2012. Pengaruh residu bahan organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *J. Agroteknos* 2(1): 1-8.
- Schaafsma, G. 2012. Advantages and limitations of the protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS) as a method for evaluating protein quality in human diets. *Br. J. Nutr.* 108(SUPPL. 2): 333-336. doi: 10.1017/S0007114512002541.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yuniarti. 2012. Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya, Bogor.
- Yao, D.N., K.N. Kouassi, D. Erba, F. Scazzina, N. Pellegrini, et al. 2015. Nutritive evaluation of the Bambara groundnut Ci12 landrace [*Vigna subterranea* (L.) Verdc. (Fabaceae)] produced in Côte d'Ivoire. *Int. J. Mol. Sci.* 16(9): 21428-21441. doi: 10.3390/ijms160921428.

Sari, V.I. · A.B. Tambunan · S. Madusari

Respons pertumbuhan bibit kelapa sawit terhadap bioherbisida saliera di pembibitan awal

Sari Keberadaan gulma pada pembibitan kelapa sawit dapat menurunkan kualitas bibit. Pengendalian gulma di pembibitan awal harus dilakukan secara dengan tangan (*hand weeding*), karena bibit dapat mati akibat aplikasi herbisida. Aplikasi bioherbisida saliera (*Lantana camara*) pada bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dapat menjadi alternatif pengendalian gulma yang ramah lingkungan dan mengurangi tenaga kerja. Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan 1 Politeknik CWE, pada November 2019 sampai Februari 2020. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok, dengan perlakuan: kontrol (tanpa aplikasi bioherbisida), Ekstrak *Lantana camara* 1%, 2%, dan 3%. Setiap perlakuan diulangi sebanyak tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Bioherbisida *Lantana camara* mengandung senyawa alelokimia yaitu Saponin (2,07%), Tanin (3,28%), dan Flavonoid (1,83%). Gulma *Lantana camara* dapat dijadikan bahan alternatif bioherbisida pra tumbuh karena berpengaruh nyata terhadap daya tumbuh gulma. Meskipun bioherbisida menurunkan tinggi bibit pada 3 bulan setelah tanam (BST) dan diameter batang bibit pada 1 BST, namun bioherbisida tidak mempengaruhi jumlah daun, kehijauan daun, dan biomassa bibit. Bioherbisida *Lantana camara* dengan konsentrasi 1% menunjukkan hasil terbaik dalam menekan laju pertumbuhan gulma.

Kata Kunci: Bibit · Bioherbisida · Fisiologi · Gulma · Morfologi

The growth responses of oil palm seedling to *Lantana camara* bioherbicide in prenursery

Abstract The presence of weeds in oil palm nurseries can reduce the quality of the seedlings. Usually, mechanical weeding by hand is needed in pre-nursery because the use of chemical treatment caused the oil palm seedling died. Bioherbicide application of *Lantana camara* to oil palm seedling (*Elaeis guineensis* Jacq.) can be alternative weed control that is environmental friendly and reduces labor. This research conducted at Teaching Farm Politeknik CWE, from November 2019 to Februari 2020. Experiment was arranged in Randomized Block Design, with treatments are Control (without bioherbicide application), Bioherbicide *Lantana camara* 1%, 2% and 3%. Every treatments was repeated three times. The results showed that *Lantana camara* bioherbicide contained allelochemical compounds, namely saponins (2.07%), tannins (3.28%), and flavonoids (1.83%). *Lantana camara* weed can be used as an alternative material for pre-growing herbicides because it has a significant effect on reduced weed population. Although bioherbicides decreased seedling height at 3 months after planting (MAP) and stem diameter at 1 MAP, bioherbicides did not affect leaf number, leaf greenness, and seedling biomass. Bioherbicide *Lantana camara* with concentration 1% showed the best treatment for controlling weeds in oil palm pre nursery.

Keywords: Bioherbicide · Morphology · Physiology · Seedlings · Weed

Diterima : 3 Maret 2021, Disetujui : 17 Juni 2021, Dipublikasikan : 1 Agustus 2021
DOI: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i2.32512>

Sari, V.I. · A.B. Tambunan · S. Madusari
Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi
Korespondensi: vierairma@cwe.ac.id

Pendahuluan

Gulma di pembibitan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) menjadi salah satu masalah yang dihadapi untuk mendapatkan bibit yang baik. Hal ini disebabkan gulma berkompetisi dengan bibit dalam persaingan ruang tumbuh, cahaya matahari, dan karbondioksida (Antika *et al.*, 2014). Keberadaan gulma di pembibitan secara tidak langsung dapat menurunkan produksi Tandan Buah Segar (TBS) sampai 20% karena sifat kompetisi dan zat alelokimia yang dikandungnya. Oleh karena itu, gulma perlu dikendalikan agar tidak mengganggu pertumbuhan bibit (Rambe *et al.*, 2010).

Pengendalian gulma di pembibitan awal kelapa sawit umumnya dilakukan secara *hand weeding* (mencabut gulma dengan tangan). Hal ini menyebabkan perlunya tenaga kerja yang banyak, karena jumlah polybag yang harus dibersihkan per ha sangat banyak. Jumlah bibit di areal pembibitan seluas 0,5 ha adalah sekitar 213,714 bibit, tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengendalikan gulma adalah sekitar 60 sampai 70 orang. Pertumbuhan gulma yang dapat dikendalikan sedini mungkin akan mengurangi kegiatan pengendalian gulma, sehingga juga dapat mengurangi tenaga kerja.

Bibit kelapa sawit yang masih terlalu muda belum tahan terhadap penyemprotan herbisida sintetik, sehingga perlu bahan alternatif untuk mengendalikan gulma, seperti herbisida nabati atau bioherbisida. Bioherbisida adalah produk pengendalian gulma yang berasal dari organisme hidup yang mampu menekan pertumbuhan gulma dan mengurangi risiko pencemaran lingkungan. Bioherbisida dapat mengurangi resistensi dan toksisitas herbisida (Bailey, 2014).

Bahan organik yang dapat digunakan untuk pembuatan bioherbisida adalah gulma. Limbah dari pengendalian gulma sangat banyak sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan. Gulma juga mengandung senyawa alelokimia, salah satunya adalah saliera (*Lantana camara*). Gulma ini mengandung senyawa alkaloid (lantanine), flavonoid, dan triterpenoid (Asrani, 2010). Bioherbisida *Lantana camara* dengan konsentrasi 30% diketahui mampu menghambat perkecambahan dan anakan Acacia (Mirnawati *et al.*, 2017). Sari (2018) juga melaporkan bahwa ekstrak bioherbisida *Lantana camara* mampu

menurunkan jumlah gulma sebesar 36% dibandingkan perlakuan tanpa pemberian ekstrak.

Bioherbisida *Lantana camara* yang diperoleh selama pengendalian gulma diharapkan mengandung senyawa alelokimia yang dapat mengendalikan gulma di masa pembibitan awal sehingga mampu mengurangi tenaga kerja untuk melakukan *hand weeding*. Kualitas bibit juga diharapkan dapat ditingkatkan dengan penekanan pertumbuhan gulma melalui aplikasi bioherbisida *Lantana camara*. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilaksanakan untuk mengetahui efektivitas bioherbisida terhadap pengendalian gulma dan kualitas bibit.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan I Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi selama bulan November 2019 sampai Februari 2020. Analisis kandungan ekstrak dilakukan di Balai Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat (BALITRO), Jalan Tentara Pelajar No. 3, Cimanggung, Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat. Alat-alat yang digunakan adalah gelas ukur, pisau, timbangan, lesung, ember, gelas plastik, saringan, ATK, penggaris atau meteran, timbangan digital analitik, gembor, oven, *Chlorophyllmeter* SPAD 502, label plot dan sampel, kamera, serta alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan terdiri atas daun *Lantana camara*, kompos kotoran sapi, tanah *sub-soil*, air, kecambah sawit varietas Sue Supreme Mekarsari, dan fungisida bahan aktif Mankozeb (Sidazeb).

Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan empat perlakuan, yaitu kontrol (tanpa pemberian bioherbisida), ekstrak *Lantana camara* 1%, ekstrak *Lantana camara* 2%, dan ekstrak *Lantana camara* 3%. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga total unit percobaan adalah dua belas unit. Setiap unit percobaan terdiri atas tiga sampel, sehingga jumlah tanaman seluruhnya adalah 36 tanaman. Pengolahan data dilakukan menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf nyata 5%. Apabila data berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Pembuatan ekstrak dilakukan dengan cara menghaluskan daun gulma sebanyak 1 kg,

kemudian dicampurkan dengan air sebanyak 1 liter. Campuran daun gulma dan air tersebut direndam selama 24 jam dalam kondisi hampa udara. Larutan yang sudah direndam kemudian disaring, sehingga diperoleh larutan stok bioherbisida. Aplikasi bioherbisida pada bibit dilakukan dua kali yaitu saat bibit berumur satu dan dua bulan. Pembuatan konsentrasi 1% dilakukan dengan cara mencampurkan larutan stok sebanyak 1% (10 mL larutan stok ke dalam 990 mL air). Analogi yang sama dilakukan untuk perlakuan 2% dan 3%. Parameter pengamatan yang dilakukan yaitu analisis kandungan alelokimia *Lantana camara*, daya tumbuh gulma, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, kehijauan daun, dan biomassa tanaman kelapa sawit.

Hasil dan Pembahasan

Analisis kandungan alelokimia *Lantana camara*. Hasil analisis uji kuantitatif kandungan senyawa menunjukkan bahwa bioherbisida *Lantana camara* mengandung senyawa Saponin (2,07%), Flavonoid (1,83%), dan Tanin (3,28%). Senyawa Saponin dan Tanin pada bioherbisida *Lantana camara* menghambat pertumbuhan gulma dengan mengganggu proses pembentukan protein. Saponin menghambat enzim yang menyebabkan penurunan penggunaan protein, sedangkan Tanin menghambat pembentukan protein (Tavares et al., 2015; Deaville et al., 2010). Senyawa Tanin bekerja dengan menghambat hormon auksin pada gulma (Faqihhudin, 2014). Pembentukan protein yang terhambat dan ketersediaan hormon auksin yang berkurang membuat gulma tidak mampu tumbuh, jumlah gulma yang berkurang tersebut akan menghilangkan kompetisi sarana tumbuh dengan tanaman utama yaitu kelapa sawit.

Jumlah gulma di pembibitan. Pemberian bioherbisida *Lantana camara* berpengaruh nyata pada jumlah gulma setelah aplikasi yang kedua, sedangkan pada aplikasi yang pertama tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Jumlah gulma terendah terdapat pada perlakuan ekstrak 1% dan tidak berbeda nyata dengan ekstrak 2% dan 3%, namun berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (Tabel 1).

Jumlah gulma pada berbagai perlakuan ekstrak berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa bioherbisida *Lantana*

camara mampu menghambat pertumbuhan awal gulma di dalam tanah. Adanya senyawa alelokimia *Lantana camara* berpengaruh terhadap penekanan jumlah gulma pada pembibitan. Bioherbisida berpotensi sebagai metode alternatif pengendalian gulma yang lebih ramah lingkungan karena mengandung senyawa-senyawa kimia yang lebih alami (Bailey, 2014).

Tabel 1. Pengaruh pemberian berbagai konsentrasi ekstrak bioherbisida *Lantana camara* terhadap jumlah gulma

Perlakuan	Jumlah Gulma	
	Setelah Aplikasi 1	Setelah Aplikasi 2
Kontrol	3,45	5,00a
*Ekstrak LC 1%	2,34	1,88b
Ekstrak LC 2%	2,23	3,56b
Ekstrak LC 3%	4,66	2,01b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf nyata 5%. Ekstrak LC = ekstrak *Lantana camara*

Tinggi bibit kelapa sawit (cm). Aplikasi bioherbisida *Lantana camara* berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit kelapa sawit umur 3 Bulan Setelah Tanam (BST). Tinggi bibit kelapa sawit tertinggi pada 3 BST terdapat pada perlakuan kontrol dan tidak berbeda nyata pada perlakuan ekstrak 2%, namun berbeda nyata dengan perlakuan ekstrak 1% dan 3% (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh pemberian berbagai konsentrasi ekstrak bioherbisida *Lantana camara* terhadap tinggi tanaman

Perlakuan	Umur (BST)		
	1	2	3
---- Tinggi Tanaman (cm)----			
Kontrol	4,92	14,77	22,43a
*Ekstrak LC 1%	5,69	12,39	16,92c
Ekstrak LC 2%	6,83	14,16	19,96ab
Ekstrak LC 3%	6,24	11,52	17,87bc

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf nyata 5%. Ekstrak LC = ekstrak *Lantana camara*.

Perlakuan tanpa ekstrak menghasilkan bibit kelapa sawit tertinggi dibandingkan tiga perlakuan tanpa ekstrak lainnya, hal ini menunjukkan bahwa ekstrak mempengaruhi

pertumbuhan bibit karena senyawa yang dikandungnya. Pertumbuhan bibit pada perlakuan ekstrak kurang optimal dibandingkan tanpa ekstrak. Namun, rata-rata pertumbuhan tinggi bibit pada ketiga perlakuan ekstrak masih tergolong normal (18,25 cm). Sari dan Toto (2018) melaporkan bahwa rata-rata pertumbuhan bibit kelapa sawit Sue Supreme dengan media tanam sub soil dan kotoran sapi adalah 17,60 cm sampai 18,55 cm.

Tinggi bibit kelapa sawit pada perlakuan ekstrak yang kurang optimal tersebut disebabkan adanya mikroorganisme di dalam media tanam yang membuat senyawa alelokimia bersifat toksik. Inderjid (2005) menyatakan bahwa senyawa yang dilepaskan tumbuhan mungkin tidak bersifat toksik, namun produk degradasi senyawa alelokimia oleh mikroorganisme akan menghasilkan senyawa toksik.

Jumlah daun bibit kelapa sawit. Aplikasi bioherbisida *Lantana camara* tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun bibit kelapa sawit umur 1 sampai 3 BST (Tabel 3). Hal ini disebabkan media tanam yang digunakan pada semua perlakuan mengandung unsur hara nitrogen yang cukup untuk kebutuhan pertumbuhan vegetatif bibit. Media tanam *top soil* mengandung 0,35% N dan kompos kotoran sapi 0,59% N. Berdasarkan kriteria kecukupan unsur hara Balai Penelitian Tanah (2009), kedua kadar unsur hara tersebut masing-masing tergolong sedang dan tinggi.

Tabel 3. Pengaruh pemberian berbagai konsentrasi ekstrak bioherbisida *Lantana camara* terhadap jumlah daun

Perlakuan	Umur (BST)		
	1	2	3
	---- Jumlah daun (helai)----		
Kontrol	1,78	2,78	3,78
*Ekstrak LC 1%	1,89	2,44	3,44
Ekstrak LC 2%	1,67	2,78	3,78
Ekstrak LC 3%	1,67	2,22	3,44

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf nyata 5%. Ekstrak LC = ekstrak *Lantana camara*

Unsur hara Nitrogen berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, khususnya pada pembentukan daun (Hanafiah, 2005). Tanaman yang memiliki

jumlah daun optimal akan tumbuh subur karena daun merupakan tempat proses fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat dan energi tumbuh bagi tanaman (Pamungkas dan Supijatno, 2017).

Diameter Batang Bibit Kelapa Sawit.

Pemberian bioherbisida *Lantana camara* berpengaruh nyata pada diameter batang bibit kelapa sawit umur 1 BST. Diameter batang tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol, dan tidak berbeda nyata pada perlakuan ekstrak 1% dan 2%. Pertumbuhan diameter batang pada 2 dan 3 BST tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada 2 dan 3 BST (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh pemberian berbagai konsentrasi ekstrak bioherbisida *Lantana camara* terhadap diameter batang.

Perlakuan	Umur (BST)		
	1	2	3
	---- diameter batang (cm)----		
Kontrol	4,44a	4,33	5,72
*Ekstrak LC 1%	4,43a	3,46	4,60
Ekstrak LC 2%	4,39a	4,13	5,63
Ekstrak LC 3%	4,36b	3,62	5,04

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT 5%. Ekstrak LC = ekstrak *Lantana camara*

Diameter batang bibit kelapa sawit tertinggi pada 1 BST terdapat pada perlakuan kontrol dan tidak berbeda nyata pada perlakuan ekstrak 1% dan 2%. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa alelokimia pada ekstrak juga mengurangi pertumbuhan diameter bibit kelapa sawit. Diameter batang dapat dijadikan indikator pertumbuhan, karena batang yang lebar dan kokoh diperlukan untuk menopang buah di masa pertumbuhan tanaman kelapa sawit selanjutnya.

Pertumbuhan diameter batang pada umur 2 dan 3 BST tidak menunjukkan pengaruh nyata, hal ini disebabkan keempat perlakuan mendapatkan media tanam yang sama dan mengandung unsur hara kalium yang sangat tinggi (*Sub-soil* 0,02% dan kompos kotoran sapi 1,95%). Kalium yang meningkat pada media tanam berperan dalam pertumbuhan jaringan meristematik terutama batang. Hal ini dapat menguatkan tanaman sehingga tidak mudah rebah (Ariyanti *et al.*, 2018).

Kehijauan Daun Bibit Kelapa Sawit. Tingkat kehijauan daun menunjukkan bahwa tanaman mengandung unsur hara Nitrogen yang cukup dan kondisi tanaman yang sehat. Nilai kehijauan daun yang tinggi menunjukkan kandungan klorofil dalam daun tinggi dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Pamungkas dan Supijatno, 2017). Nilai kehijauan daun menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, hal ini berarti keempat perlakuan mendapatkan unsur hara nitrogen yang optimal sehingga mendukung nilai kehijauan daun yang tinggi.

Tabel 5. Pengaruh pemberian berbagai konsentrasi ekstrak bioherbisida *Lantana camara* terhadap kehijauan daun

Perlakuan	Kehijauan daun
Kontrol	59,58
*Ekstrak LC 1%	48,15
Ekstrak LC 2%	49,10
Ekstrak LC 1%	55,38

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf nyata 5%. Ekstrak LC = ekstrak *Lantana camara*

Biomassa Bibit Kelapa Sawit (gram). Aplikasi bioherbisida *Lantana camara* tidak berpengaruh nyata terhadap biomassa bibit kelapa sawit (Tabel 6). Biomassa tanaman terbagi menjadi bobot basah dan kering, serta diukur pada akar dan tajuk bibit.

Tabel 6. Pengaruh pemberian berbagai konsentrasi ekstrak bioherbisida *Lantana camara* terhadap biomassa

Perlakuan	Bobot Basah		Bobot Kering	
	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk
----- gram -----				
Kontrol	1,32	3,32	0,31	0,72
*Ekstrak LC 1%	0,87	2,95	0,21	0,65
Ekstrak LC 2%	0,80	2,69	0,18	0,55
Ekstrak LC 1%	0,88	2,39	0,24	0,51

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf nyata 5%. Ekstrak LC = ekstrak *Lantana camara*

Nilai biomassa tanaman sejalan dengan nilai morfologi bibit kelapa sawit, perlakuan yang menunjukkan nilai morfologi tertinggi juga menghasilkan biomassa tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa hasil akumulasi

fotosintesis yang dihasilkan mampu terdistribusi dengan baik ke seluruh bagian tanaman. Zulyana (2011) menyatakan bahwa bobot basah dan bobot kering akan meningkat jika fotosintesis meningkat, sehingga biomassa akan terserap seiring dengan berjalannya proses fotosintesis.

Biomassa bibit kelapa sawit yang tidak berpengaruh nyata menunjukkan bahwa ekstrak yang mengandung senyawa alelokimia tidak menghambat reaksi-reaksi penting dalam pertumbuhan bibit. Bioherbisida secara nyata dapat menekan pertumbuhan gulma, dan tidak mengganggu pertumbuhan tanaman. Selain itu, secara tidak langsung bioherbisida juga dapat menambah bahan organik bagi media tanam. Hal ini tentunya akan menambah pasokan unsur hara bagi tanaman utama. Krisno (2016) menyatakan bahwa pasokan bahan organik yang memadai akan menguntungkan lahan atau media tanam. Bahan organik juga memainkan peran cukup besar dalam mempengaruhi perilaku atau kegiatan di dalam tanah seperti biodegradasi, pencucian, dan pengupaan.

Kesimpulan

1. Bioherbisida *Lantana camara* mengandung senyawa alelokimia yaitu Alkaloid, Saponin (2.07%), Tanin (3.28%), Fenolik, Flavonoid (1.83%), Triterpenoid, Steroid, Glikosida.
2. Bioherbisida *Lantana camara* berpengaruh nyata terhadap penurunan daya tumbuh gulma, namun menekan tinggi bibit (3 BST), dan diameter batang (1 BST), namun bibit masih tergolong normal dan sehat.
3. Bioherbisida *Lantana camara* dengan konsentrasi 1% menunjukkan hasil terbaik dalam menekan laju pertumbuhan gulma, dan secara umum tidak mengganggu pertumbuhan bibit kelapa sawit. Namun, penelitian lebih lanjut tetap perlu dilakukan untuk mengetahui dampak jangka panjang terhadap pertumbuhan bibit dan biaya yang diperlukan.

Daftar Pustaka

- Antika, R.S., S. Nanik, dan Sugiatno. 2014. Uji fitotoksisitas herbisida Aminosiklopiraklor pada bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(3): 424-430.

- Ariyanti, M., R.D. Intan, M. Yudithia, dan A.C. Yudha. 2018. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan komposisi media tanam dan interval penyiraman yang berbeda. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 26(11): 11-22.
- Asrani, D. 2010. Pemanfaatan gulma babandotan dan tembelekan dalam pengendalian *Sitophilus* SPP. pada benih jagung. *Jurnal Agrisains* 1(1): 58-59.
- Bailey, K.L. 2014. The Bioherbicide Approach to Weed Control Using Plant Pathogens. The Integrated Pest Management. London (USA): Elsevier Academic Press.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk (Petunjuk Teknis Edisi 2). Jakarta (ID) : Balai Penelitian Tanah, Badan Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Deaville, E. R., D. I. Givens, and I. Mueller-Harvey. 2010. Chesnut and Mimosa tannin silages: Effect in sheep differ for apparent digestibility, nitrogen utilization and losses. *Animal Feed Science and Technology Journal*. 157: 129-138.
- Faqihudin. 2014. Penggunaan Herbisida IPA-Glifosat terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Residu pada Jagung. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 17(1): 122-125.
- Hanafiah, K.A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Inderjid. 2005. Soil microorganisms: An Important Determinant of Allelopathic Activity. *Plant Soil Journal*. 273(2): 227-236.
- Krisno, M.A.B., 2016. Pembuatan herbisida organik di kelompok tani sumber URIP-1 Desa Wonorejo Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. *J. Dedikasi*. 13: 75-82.
- Mirnawati., P. Rhamadhani, S. Nengah. 2017. Uji efektivitas ekstrak daun tahi ayam (*Lantana camara*) sebagai bioherbisida alami terhadap perkecambahan biji akasia berduri (*Acacia nolitica* (L.). [Skripsi]. Sulawesi (ID): Universitas Tadulako.
- Pamungkas, M. A. dan Supijatno. 2017. Pengaruh pemupukan Nitrogen terhadap tinggi dan percabangan tanaman teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) untuk pembentukan bidang petik. *Buletin Agronomi*. 5(2): 234-241.
- Rambe, T. D., P. Lasiman, Sudharto, dan J. P. Caliman. 2010. *Pengelolaan Gulma pada Perkebunan Kelapa Sawit*. PT Smart TBK. Jakarta.
- Sari, V. I. 2018. Pemanfaatan gulma saliera (*Lantana camara* L.) sebagai bioherbisida pra tumbuh dan pengolahan tanah untuk pengendalian gulma di areal perkebunan kelapa sawit. *Jurnal Agrosintesa*. 1(1): 10-17.
- Sari, V. I. dan S. Toto. 2018. Tanggap pertumbuhan morfologi dan fisiologi bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan awal (*pre nursery*) dengan metode penanaman vertikultur. Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Jambi Tahun 2018. Hal 191-201.
- Tavares, R. L., A. S. Silva, A. R. N. Campos, A. R. P. Schuler, and J. A. de Sousa. 2015. Nutritional composition, phytochemicals and microbiological quality of the legume, *Mucuna pruriens*. *African. Journal of Biotechnology*. 14(8): 676- 682.
- Zulyana, U. 2011. Respon ketimun (*Cucumis sativus*) terhadap pemberian kombinasi Dosis Dan Macam Bentuk Pupuk Kotoran Sapi Di Getasan. [Skripsi]. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret.

Rahhutami, R. · A.S. Handini · D. Astutik

Respons pertumbuhan pakcoy terhadap asam humat dan *Trichoderma* dalam media tanam pelepah kelapa sawit

Sari. Pemanfaatan limbah organik dari perkebunan sebagai media tanam pakcoy (*Brassica chinensis* L.) diharapkan dapat ditingkatkan dengan penggunaan pupuk organik serta pupuk hayati. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial. Faktor pertama adalah dosis asam humat meliputi 1, 3, dan 5 g. Faktor kedua adalah dosis *Trichoderma* sp., meliputi 50, 100, dan 150 mL. Data yang diperoleh kemudian dianalisis ragam pada taraf nyata 5%. apabila terdapat pengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji DMRT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi asam humat dan *Trichoderma* sp. memiliki pengaruh mandiri dan tidak terdapat interaksi. Dosis asam humat 3 g per tanaman menghasilkan jumlah daun, panjang daun, tinggi tanaman, tinggi tanaman, bobot basah, dan bobot kering tanaman lebih tinggi dibanding dosis 1 dan 5 g. Perlakuan *Trichoderma* sp. dosis 50 mL per tanaman memiliki pengaruh lebih baik terhadap jumlah daun, panjang daun, tinggi tanaman, dan bobot basah tanaman.

Kata kunci: Hortikultura · Jamur · Morfologi · Senyawa organik

Response of pakcoy growth to humic acid and *Trichoderma* in the use of oil palm frond as growing media

Abstract The utilization of organic farm estate as pakcoy (*Brassica chinensis* L.) growing media may improved by using biofertilizer and organic fertilizer. The research used factorial randomized block design. First factor was humic acid dosage, which included 1, 3, and 5 g of humic acid. Second factor was *Trichoderma* sp. dosage, which included 50, 100, and 150 mL of *Trichoderma* sp. Data were analyzed using ANOVA at 5% level, then continued by DMRT test. The results showed that the application of humic acid and *Trichoderma* sp. had single effects and there was no interaction. The dosage of humic acid 3 g per plant had higher number of leaves, leaf length, plant height, wet weight, and dry weight than other dosages. The treatment of *Trichoderma* sp. at dosage of 50 mL per plant had a better effect on the number of leaves, leaf length, plant height, and plant wet weight.

Keywords: Fungi · Horticulture · Morphology · Organic compounds

Diterima : 10 Maret 2021, Disetujui : 29 Juli 2021, Dipublikasikan : 1 Agustus 2021

DOI: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i2.32601>

Rahhutami, R.¹ · A.S. Handini² · D. Astutik³

¹ Budidaya Perkebunan Kelapa Sawit, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi

² Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi

³ Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Korespondensi: rahhutamiratih@gmail.com

Pendahuluan

Pakcoy (*Brassica chinensis* L.) merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, sehingga kebutuhan sayuran ini semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Data impor sayuran di Indonesia pada tahun 2019 sebanyak 770,378 ton. Pertumbuhan produksi sayuran jenis sawi dari tahun 2015 sampai tahun 2019 meningkat 2,63 % dari 600 ton menjadi 652 ton. (Badan Pusat statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura 2020). Produksi sayuran jenis sawi harus tetap ditingkatkan agar Indonesia mampu memenuhi kebutuhan sayuran dalam negeri tanpa harus mengimpor dari negara lain, sehingga perlu ada inovasi teknik budidaya untuk meningkatkan produksi pakcoy. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan kesuburan tanah yang digunakan untuk budidaya pakcoy.

Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah sudah banyak dilaporkan. Yuniarti *et al.* (2019) menunjukkan bahwa aplikasi macam pupuk organik dan pupuk N,P,K memberikan pengaruh terhadap C-organik, C/N, serapan N, serta hasil padi hitam pada tanah inceptisols. Priambodo *et al.* (2019) menyatakan bahwa perlakuan pupuk hayati pada dosis 20 mL memberikan pengaruh nyata terhadap perbaikan sifat kimia tanah, pertumbuhan, dan peningkatan hasil tanaman bayam. Karyaningsih (2012) lebih lanjut melaporkan bahwa pemanfaatan limbah pertanian (jerami padi dan kotoran ternak) selama satu tahun di Desa Tegalsari mampu menyediakan pupuk organik 1.427 ton yang dapat digunakan untuk perbaikan kualitas lahan seluas 238 ha.

Pelepah kelapa sawit merupakan salah satu limbah perkebunan kelapa sawit yang berpotensi dijadikan sumber bahan organik bagi tanaman. Syahfitri (2008) menunjukkan bahwa pelepah kelapa sawit mengandung unsur N 2,6 – 2,9 %; P 0,16 – 0,19 %; K 1,1 – 1,3 %; Ca 0,5 – 0,7 %; Mg 0,3 – 0,45 %; S 0,25 – 0,40 %; dan Cl 0,5 – 0,7 %. Tanaman kelapa sawit mengeluarkan 18 – 30 pelepah setiap tahunnya. Rerata pelepah yang dipotong setiap panen kelapa sawit adalah 1 – 3 pelepah jadi setiap bulannya ada 2 – 4 pelepah yang harus dipotong dengan bobot 5,40 kg per pelepah (Darmosarkoro, 2012). Dalam hasil penelitiannya, Zainudin dan

Kesumaningwati (2020) menunjukkan bahwa populasi jamur pada lahan sub optimal mengalami peningkatan dengan penambahan kompos pelepah kelapa sawit dengan bioaktivator POME. Pada penelitian ini, limbah pelepah kelapa sawit yang telah dikomposkan digunakan sebagai media tanam untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara. Hasil dekomposisi tersebut menghasilkan senyawa organik yang dapat menyuburkan tanah. Senyawa tersebut disebut dengan asam humat.

Asam humat atau humus merupakan senyawa yang berasal dari sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang telah mengalami perombakan oleh organisme yang ada di dalam lapisan tanah. Asam humat ini berwarna gelap (coklat kehitaman) dan bertekstur gembur (Pettit, 2018). Pemberian asam humat dapat menurunkan evapotranspirasi, meningkatkan water holding capacity, menurunkan erosi tanah, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan KTK tanah (Khaled dan Fawy, 2011). Pemberian asam humat pada media tanam zeolit memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah daun, berat basah dan berat kering akar, batang, daun serta kandungan vitamin C sawi hijau. Asam humat dengan konsentrasi 4 g kg⁻¹ merupakan konsentrasi yang paling efisien dalam meningkatkan pertumbuhan dan kandungan vitamin C sawi hijau (Fauziah, *et al.* 2019). Sukri *et al.* (2019) menunjukkan bahwa kombinasi pupuk kandang dan asam humat dapat meningkatkan unsur hara tersedia di dalam tanah sebesar 191,84 % untuk unsur hara nitrogen dan 291,20 % untuk unsur hara fosfat. Aplikasi asam humat dosis 50 g/polybag memiliki tinggi bibit, jumlah daun, dan rasio tajuk akar bibit kelapa sawit lebih tinggi dibandingkan dosis 25 g/polybag (Sembiring *et al.*, 2015). Penambahan asam humat 0,75 g/bibit tembakau meningkatkan parameter tinggi bibit, diameter batang, dan luas daun (Wahyuni, 2018). Asam humat dengan dosis 40 mg/tanaman menghasilkan berat kering tertinggi dibandingkan dengan dosis 20 mg/tanaman (Bangun, 2016). Asam humat diaplikasikan sebagai pelapis urea dengan dosis 800 mL asam humat/200 kg urea/ha memberikan pengaruh yang baik terhadap jumlah daun, luas daun, dan bobot segar tajuk tanaman pakcoy (Radite dan Simanjuntak, 2020). Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa dosis asam humat yang digunakan adalah 1, 3, dan 5 g. Hal ini dengan

pertimbangan jenis tanah yang digunakan adalah *sub soil* yang tidak subur.

Agen hayati yang dapat digunakan untuk mempercepat proses dekomposisi bahan organik adalah *Trichoderma* sp. Sakiah *et al* (2019) melaporkan bahwa pemberian kotoran sapi dan *Trichoderma harzianum* pada pengomposan pelepah kelapa sawit menghasilkan kadar C-organik, N, P, K, dan rasio C/N kompos yang telah memenuhi standar mutu kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004. Spesies *Trichoderma* sp. disamping sebagai organisme pengurai, dapat berfungsi juga sebagai agen hayati, stimulator pertumbuhan tanaman, dan sebagai biofungisida. Selain itu, *Trichoderma* sp. juga memberikan pengaruh positif terhadap perakaran tanaman, pertumbuhan tanaman, dan hasil produksi tanaman cabai (Herlina dan Pramesti, 2009). Perlakuan *Trichoderma* isolat bawang efektif dalam mengendalikan penyakit akar gada dan meningkatkan hasil tanaman caisim, dengan menekan intensitas penyakit di atas tanah sebesar 50,00 %, menekan intensitas di dalam tanah sebesar 34,48%, menurunkan volume akar gada sebesar 72,73%, menunda masa inkubasi sebesar 26,65 %, meningkatkan jumlah daun sebesar 18,12 %, dan bobot basah sebesar 30,75 % (Yudha *et al.*, 2016).

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan tentang manfaat dari asam humat dan *Trichoderma* sp. serta potensi limbah pelepah kelapa sawit dalam meningkatkan kesuburan tanah, maka penelitian ini perlu dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman pakcoy. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh asam humat dan *Trichoderma* sp. serta interaksi antara keduanya dan mendapatkan dosis terbaik dari asam humat dan *Trichoderma* sp. serta kombinasi keduanya terhadap parameter pertumbuhan tanaman pakcoy, yaitu jumlah daun, panjang daun, tinggi tanaman, bobot basah, bobot kering, C organik, dan kadar N total tanaman yang ditanam pada campuran tanah dan limbah pelepah kelapa sawit.

Bahan dan Metode

Percobaan ini dilakukan di Kebun Percobaan Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi pada September sampai Oktober 2020 menggunakan polybag. Bahan yang digunakan adalah benih pakcoy, limbah pelepah kelapa sawit, tanah *sub soil* tanah latosol, dekomposer

EM4, pupuk daun Growmore, pestisida nabati komersil, polybag, asam humat komersil, dan *Trichoderma* sp komersil. Alat yang digunakan adalah timbangan digital, penggaris, dan oven. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan faktor pertama adalah dosis asam humat dan faktor kedua adalah dosis *Trichoderma*. Faktor pertama terdiri dari 1, 3, dan 5 g asam humat. Faktor kedua terdiri dari 50, 100, dan 150 mL *Trichoderma* sp. Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga terdapat 27 satuan percobaan, dan setiap satuan percobaan terdapat 3 tanaman sehingga total tanaman percobaan sebanyak 81 tanaman. Teknik percobaan dimulai dengan pengomposan pelepah kelapa sawit. Pengomposan dilakukan selama 1 bulan kemudian dilakukan penyemaian benih pakcoy selama 12 hari setelah itu tanaman dipindahkan ke polybag berukuran 15 x 15 cm yang telah berisi media tanam campuran tanah *sub soil* latosol dan kompos pelepah kelapa sawit dengan perbandingan 2:1. Bibit pakcoy yang siap pindah tanam ke polybag memiliki ciri-ciri sudah tumbuh daun berjumlah 2 helai. Pemberian asam humat dilakukan pada saat pindah tanam ketika tanaman berusia 12 hari setelah tanam (HST) dengan cara mencampurkan asam humat pada media tanam sesuai dosis yang telah ditentukan. Sedangkan pemberian *Trichoderma* sp. dilakukan sebanyak 3 kali dimulai pada saat pindah tanam (0 MST), 1 MST, dan 2 MST sesuai dosis yang telah ditentukan. Dilakukan juga kegiatan perawatan tanaman dengan pemberian pupuk daun diawal penanaman sebanyak 20 g yang dilarutkan dengan 10 L air, dan pada umur 2 MST diberikan pestisida nabati sebanyak 100 mL yang dilarutkan dengan 20 L air. Pupuk daun dan pestisida nabati kemudian disemprotkan pada bagian daunnya. Pestisida nabati yang digunakan berasal dari tumbuhan dan bahan organik lain untuk mengendalikan ulat daun. Parameter pengamatan meliputi jumlah daun, panjang daun, dan tinggi tanaman yang diamati setiap minggu, mulai tanaman berumur 1 MST sampai 3 MST. Sementara parameter bobot basah dan bobot kering diamati di akhir penelitian. Analisis kadar hara tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Agronomi dan Hortikultura IPB. Kadar hara tanah dan tanaman ini diambil di akhir penelitian ketika tanaman berusia 3 MST. Sampel tanah dan tanaman diambil dengan cara semua sampel (1,

2, dan 3) dalam satu perlakuan yang sama dijadikan komposit sehingga total sampel yang dikirim ke laboratorium sebanyak 27 sampel tanah dan 27 sampel tanaman. Data yang diperoleh kemudian dianalisis ragam pada taraf nyata 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata, maka uji dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata 5%. Olah data menggunakan software STAR.

Hasil dan Pembahasan

Pemberian berbagai dosis asam humat berpengaruh nyata pada jumlah daun, panjang daun, dan tinggi tanaman, serta bobot basah dan kering tanaman, sedangkan pemberian berbagai dosis *Trichoderma* sp. berpengaruh nyata pada jumlah daun, panjang daun, tinggi tanaman, dan bobot basah tanaman. Tidak terdapat interaksi antara asam humat dan *Trichoderma* sp. yang diberikan (Tabel 1 sampai 4). Pada Tabel 1 terlihat bahwa dosis asam humat 3 g memiliki jumlah daun lebih banyak dibanding dosis 5 g, namun tidak berbeda nyata dengan dosis 1 g. Pada parameter panjang daun dan tinggi tanaman aplikasi asam humat tidak memiliki pengaruh yang signifikan (Tabel 2 dan Tabel 3). Parameter bobot basah dan kering tanaman yang ditunjukkan oleh tabel 4 terlihat bahwa untuk bobot basah, dosis 3 g memiliki bobot basah yang lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan dosis 1 g dan 5 g. Dosis 1 g asam humat tidak berbeda nyata dengan dosis 5 g. Parameter bobot kering tanaman pakcoy dengan dosis 1 g dan 3 g asam humat memiliki bobot lebih tinggi dibanding dosis 5 g. Dosis 1 g tidak berbeda nyata dengan dosis 3 g, namun berbeda nyata dengan dosis 5 g. Saragih (2015) melaporkan bahwa terdapat pengaruh asam humat dan pupuk NPK terhadap pH H₂O, Serapan N, dan bobot segar pakcoy, tetapi tidak berpengaruh pada N-total tanah, serta memberikan pengaruh lebih baik pada hasil pakcoy (*Brassica chinensis* L.) yaitu 100,60 g/tanaman. Victolika *et al.* (2014) menyatakan bahwa asam humat dapat meningkatkan jumlah daun, indeks kehijauan daun, dan bobot buah per tanaman pada tanaman tomat. Begitupun dengan hasil penelitian Suwardi dan Wijaya (2013) yang menunjukkan asam humat dengan karier zeolit dapat meningkatkan produksi padi sekitar 15% dan jagung 7%. Malcolm dan

Vaughan (1979) berpendapat asam humat dapat meningkatkan aktivitas fosfatase dalam tanah yang menghidrolisis ester fosfat menjadi fosfor anorganik yang tersedia bagi tanaman.

Tabel 1. Pengaruh pemberian asam humat dan *Trichoderma* sp terhadap jumlah daun tanaman pakcoy pada media tanam limbah pelepah kelapa sawit

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai)		
	1 MST	2 MST	3 MST
Asam Humat			
1 g	3,85a	5,52a	8,81ab
3 g	3,70a	5,89a	9,37a
5 g	3,33b	4,81b	7,92b
<i>Trichoderma</i> sp.			
50 mL	3,70a	5,70a	9,54a
100 mL	3,55a	5,44a	8,30b
150 mL	3,63a	5,07a	8,33b
KK (%)	12,99	17,46	18,75

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 5\%$, KK= koefisien korelasi.

Tabel 2. Pengaruh pemberian asam humat dan *Trichoderma* sp. terhadap panjang daun tanaman pakcoy pada media tanam limbah pelepah kelapa sawit

Perlakuan	Panjang Daun (cm)		
	1 MST	2 MST	3 MST
Asam Humat			
1 g	4,70a	8,75a	10,16a
3 g	5,15a	9,33a	11,05a
5 g	3,17b	7,56b	10,15a
<i>Trichoderma</i> sp.			
50 mL	4,50a	9,33a	10,81a
100 mL	4,20a	8,45ab	10,42a
150 mL	4,32a	7,86b	10,15a
KK (%)	21,30	21,09	16,57

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 5\%$, KK= koefisien korelasi.

Pemberian *Trichoderma* sp. memiliki pengaruh terhadap parameter jumlah daun 3 MST (tabel 1), panjang daun 2 MST (tabel 2), tinggi tanaman 2 MST (tabel 3), dan bobot basah tanaman (tabel 4). Tanaman pakcoy pada umur 2 MST dengan perlakuan *Trichoderma* sp. dosis 50 mL memiliki panjang daun dan tinggi tanaman lebih besar dibandingkan dengan dosis 100 mL dan 150 mL. Pakcoy umur 3 MST dosis 5 mL

memiliki jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan perlakuan dosis 100 mL dan 150 mL. Pada Tabel 4, pemberian *Trichoderma* sp. secara tunggal hanya berpengaruh pada bobot basah tanaman. Dosis 50 mL *Trichoderma* sp. memiliki bobot basah lebih tinggi dibandingkan dosis 100 mL dan 150 mL. Dosis terbaik terlihat pada dosis 50 mL *Trichoderma* sp. dilihat dari rata-rata hasil parameter tersebut. Hal ini diduga karena dosis 50 mL dapat dimanfaatkan secara maksimal, sesuai dengan perbandingan media tanam, dan sesuai ukuran polybag. Adanya penambahan dosis *Trichoderma* sp. sampai 150 mL memiliki pengaruh lebih rendah karena dosis terlalu tinggi sehingga persaingan antar *Trichoderma* sp. lebih ketat dan tidak memberikan pengaruh terhadap pakcoy. Hasil penelitian Rizal *et al.* (2019) menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma* sp. berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman tomat. Lebih lanjut, Siregar *et al.* (2018) menunjukkan bahwa perlakuan *Trichoderma* sp. dengan dosis 20 g/tanaman merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, jumlah polong per tanaman, hasil per tanaman, dan produksi per plot kacang panjang yang lebih besar. *Trichoderma* sp. adalah salah satu mikroorganisme yang bermanfaat dan bersifat saling menguntungkan dengan akar-akar tanaman. Cendawan *Trichoderma* sp. banyak terdapat di alam dan tanah pertanian, dan umumnya berkoloni dengan akar dari banyak spesies tanaman. Cendawan *Trichoderma* sp. membantu tanaman inang menyerap unsur hara (Poulton *et al.*, 2011).

Tabel 3. Pengaruh pemberian asam humat dan *Trichoderma* sp. terhadap tinggi tanaman pakcoy pada media tanam limbah pelepah kelapa sawit

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		
	1 MST	2 MST	3 MST
Asam Humat			
1 g	5,77a	10,25a	11,57a
3 g	6,08a	10,86a	12,46a
5 g	4,22b	8,82b	11,64a
<i>Trichoderma</i> sp.			
50 mL	5,63a	10,85a	12,40a
100 mL	5,28a	9,94ab	11,83a
150 mL	5,15a	9,13b	11,47a
KK (%)	18,29	18,94	15,81

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 5\%$, KK= koefisien korelasi.

Tabel 4. Pengaruh pemberian asam humat dan *Trichoderma* sp. terhadap bobot basah dan kering tanaman pakcoy pada media tanam limbah pelepah kelapa sawit

Perlakuan	Bobot Basah (g)	Bobot Kering (g)
Asam Humat		
1 g	6,82b	0,50a
3 g	8,91a	0,56a
5 g	5,53b	0,34b
<i>Trichoderma</i> sp.		
50 mL	8,70a	0,54a
100 mL	6,29b	0,42a
150 mL	6,40b	0,45a
KK (%)	33,86	45,37

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 5\%$, KK= koefisien korelasi.

Tabel 5. Hasil analisis hara media tanam dan tanaman pakcoy pada pemberian berbagai dosis asam humat dan *Trichoderma* sp.

Perlakuan	Data Pengamatan			
	Media Tanam		Tanaman	
	pH	C- Org (%)	N- Total (%)	N -Total (%)
Asam humat 1 g				
<i>Trichoderma</i> 50 mL	5,31	1,04	0,10	4,78
<i>Trichoderma</i> 100 mL	5,46	2,07	0,14	4,59
<i>Trichoderma</i> 150 mL	5,41	1,37	0,09	4,83
Asam humat 3 g				
<i>Trichoderma</i> 50 mL	5,70	1,35	0,14	4,72
<i>Trichoderma</i> 100 mL	5,88	1,55	0,09	4,64
<i>Trichoderma</i> 150 mL	5,66	1,25	0,08	4,80
Asam humat 5 g				
<i>Trichoderma</i> 50 mL	5,66	2,03	0,13	5,30
<i>Trichoderma</i> 100 mL	6,24	2,27	0,10	5,36
<i>Trichoderma</i> 150 mL	5,82	1,57	0,12	4,79

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman pakcoy dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang terdapat pada benih atau tanaman itu sendiri. Faktor eksternal merupakan faktor yang terdapat di luar benih atau tanaman seperti media tanam. Media tanam yang baik adalah media yang mampu menyediakan air dan unsur hara dalam jumlah cukup bagi pertumbuhan tanaman (Fahmi, 2013). Media tanam yang digunakan pada penelitian ini adalah campuran dari kompos pelepah kelapa sawit, asam humat,

dan *Trichoderma* sp. Pada Tabel 5 terlihat bahwa media tanam yang digunakan memiliki pH berkisar antara 5,31 – 6,24, C-organik 1,04 – 2,27 %, N-total 0,08 – 0,14 %. Menurut Balai Penelitian Tanah (2009), pH tanah tergolong masam-agak masam, C-organik dengan kategori rendah-sedang, dan N-total dengan kategori sangat rendah-rendah.

N total pada media tanaman dengan perlakuan asam humat dosis 1, 3 dan 5 g memiliki rata-rata 0,11%, 0,10% dan 0,12 %. Kandungan N total media yang tertinggi adalah pada dosis asam humat 5 %. N total pada media tanam dengan perlakuan *Trichoderma* dengan dosis 50, 100, dan 150 mL yaitu 0,12%, 0,11% dan 0,10%. Kaya *et al.* (2017) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) bersama-sama dengan mikroorganisme terpilih (*Trichoderma* dan *Azotobacter*) meningkatkan pH di tanah ultisol. C-organik tanah menggambarkan kadar bahan organik secara keseluruhan yang ada dalam tanah. Benbi dan Richter (2002) menyatakan bahwa dalam proses dekomposisi, mikroorganisme memanfaatkan senyawa karbon dalam bahan organik untuk memperoleh energi dengan hasil sampingan berupa CO₂. Hal ini yang menyebabkan selama dekomposisi, kadar C bahan organik akan berkurang sehingga nisbah C/N semakin rendah.

Nitrogen merupakan unsur hara yang bersifat mobil dalam tanah sehingga mudah hilang karena tercuci. Menurut Damanik *et al.* (2010), nitrogen dibutuhkan selain untuk pertumbuhan tanaman juga untuk pembentukan sel-sel baru. Sarno dan Fitria (2012) melaporkan bahwa aplikasi asam humat melalui daun dapat meningkatkan pertumbuhan dan serapan N tanaman bayam secara kuadrat. Pada tabel juga terlihat nilai N total tanaman berkisar antara 4,59 - 5,36 %. Kandungan N pada tanaman dengan perlakuan asam humat dosis 1, 3, dan 5 g memiliki rata-rata yaitu 4,73%, 4,72 %, dan 5,33 %. Kandungan N pada tanaman pakcoy dengan dosis asam humat 5 g lebih tinggi seiring dengan ketersediaan N total media tanam.

Perlakuan *Trichoderma* sp. sebanyak 50, 100, dan 150 mL mengandung N total tanaman masing-masing sebesar 4,93%, 4,88% dan 4,82%. Berdasarkan hasil tersebut maka dosis *Trichoderma* sp. 50 mL dapat meningkatkan pertumbuhan pakcoy karena kandungan N pada tanaman tinggi seiring dengan kandungan N total pada media tanam.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi asam humat dan *Trichoderma* sp. memiliki pengaruh mandiri dan tidak terdapat interaksi.
2. Dosis Asam humat 3 g per tanaman memiliki jumlah daun, panjang daun, tinggi tanaman, bobot basah, dan bobot kering tanaman lebih tinggi dibanding dosis 1 dan 5 g.
3. Perlakuan *Trichoderma* sp. dosis 50 mL per tanaman memiliki pengaruh lebih baik terhadap jumlah daun, panjang daun, tinggi tanaman, dan bobot basah tanaman.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemendikbud Dikti yang telah memberikan dana penelitian melalui hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP).

Daftar Pustaka

- Benbi, D.K. and J. Richter. 2002. A critical review of some approaches to modelling nitrogen mineralization. *Biol Fertil Soils*. 35:168–183.
- Badan Pusat statistik & Direktorat Jenderal Hortikultura. 2020. Produksi dan Impor Sayuran Di Indonesia.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Bangun, R.A. 2016. Pengaruh Pupuk NPK dan Asam Humat Terhadap pH, C-Organik, N-total, C/N, KTK dan Hasil Pakcoy (*Brassica chinensis*, L) pada Inceptisols Jatinangor.
- Damanik, M. M. B., B. E. Hasibuan, Fauzi, Sarifuddin, H. Hanum. 2010. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Darmosarkoro, W. 2012. Integrasi Sawit Sapi dan Energi. Pusat penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Fahmi, Z.I. 2013. Media Tanam Sebagai Faktor

- Eksternal yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Surabaya.
- Fauziah, I., E. Proklamasingih, dan I. Budisantoso. 2019. Pengaruh Asam Humat pada Media Tanam Zeolit terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Vitamin C Sawi Hijau (*Brassica juncea*). Bio Eksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed, 1 (2): 17-21.
- Herlina, L. dan D. Pramesti. 2009. Penggunaan Kompos Aktif *Trichoderma* sp. dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Cabai. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Kaya, E., C. H. Silahooy, Y. Risambessy. 2017. Pengaruh pemberian pupuk organik cair dan mikroorganisme terhadap keasaman dan P-tersedia pada tanah ultisol. J. Mikologi Indonesia. 1(2): 91-99.
- Khaled, H. and H.A. Fawy. 2011. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. Soil & Water Res. 6(1): 21-29.
- Malcolm, R. E. and D. Vaughan. 1979. Humic substances and phosphatase activities in plant tissues. Soil Biol. Biochem. 11: 253-259.
- Pettit, R. E. 2018. Organic Matter, Humus, Humate, Humic Acid, Fulvic acid and Humin: Their Importance in Soil Fertility and Plant Health. <https://humates.com/pdf/ORGANIC>.
- Poulton, J. L., R. T. Koide, and A. G. Stephenson. 2011. Effects of *Trichoderma* infection and soil phosphorus availability on in-vitro and in-vivo pollen performance in *Lycopersicon esculentum* (*Solanaceae*). American J. Botany. 88: 1786-1793.
- Priambodo, S.R., K.D. Susila, and N. N. Soniari. 2019. Pengaruh pupuk hayati dan pupuk anorganik terhadap beberapa sifat kimia tanah serta hasil tanaman bayam cabut (*amaranthus tricolor*) di tanah inceptisols Desa Pedungan. E-jurnal Agroteknologi Tropika. 8(1): 149-160.
- Radite, S. dan B. H. Simanjuntak. 2020. Penggunaan Asam Humat Sebagai Pelapis Urea Terhadap Pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). Agriland. 8(1): 72-78.
- Rizal, S., D. Novianti, dan M. Septiani. 2019. Pengaruh Jamur *Trichoderma* sp Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). J.Indobiosains. 1(1): 14-21.
- Sakiah, S., M. Y. Dibisono, dan S. Susanti. 2019. Uji Kadar Hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada Kompos Pelepah Kelapa Sawit dengan Pemberian *Trichoderma harzianum* dan Kotoran Sapi. J. Agro Industri Perkebunan. 7(2): 87-95.
- Saragih, J. S. 2015. Pengaruh asam humat dan pupuk NPK terhadap pH H₂O, N-Total, Serapan N, dan hasil pakcoy (*Brassica chinensis* L.) pada inceptisols Jatinangor. Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran. Jatinangor.
- Sarno dan E. Fitria. 2012. Pengaruh aplikasi asam humat dan pupuk N terhadap pertumbuhan dan serapan N pada tanaman bayam (*Amaranthus* spp.). Prosiding SNSMAIP III-2012. (978): 288-293.
- Sembiring, J. V., N. Nelvia, dan A. E. Yulia. 2016. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan utama pada medium sub soil ultisol yang diberi asam humat dan kompos tandan kosong kelapa sawit. J. Agroteknologi. 6(1): 25.
- Siregar, R. S., C. Zulia, dan Safruddin. 2018. Pengaruh pemberian dosis *Trichoderma* sp. dan jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis*, L). Bernas Agricultural research journal. 14(2):21-34.
- Sukri, M.Z., R. Firgiyanto, V. K. Sari, Basuki. 2019. Kombinasi pupuk kandang sapi, asam humat dan mikoriza terhadap infeksi akar bermikoriza tanaman cabai dan ketersediaan unsur hara tanah udipsamments. J. Penelitian Pertanian Terapan. 19(2): 141-145.
- Suwardi dan H. Wijaya. 2013. Peningkatan produksi tanaman pangan dengan bahan aktif asam humat dengan zeolit sebagai pembawa. J. Ilmu Pertanian Indonesia. 18(2): 79-84.
- Syahfitri, M. M. 2008. Analisa unsur hara fosfor (P) pada daun kelapa sawit secara spektrofotometri di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Victolika, H., Sarno, dan Y. C. Ginting. 2014. Pengaruh pemberian asam humat dan K

- terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill). J. Agrotek Tropika. 2(2): 297-301.
- Wahyuni, D. S. 2018. Pengaruh Dosis Asam Humat terhadap Pertumbuhan Bibit Tembakau (*Nicotiana Tabacum* L.) Menggunakan Benih Pillen/Seed Coating. Universitas Negeri Jember. Jember.
- Yudha, M. K., L. Soesanto, dan E. Mugiastuti. 2016. Pemanfaatan empat isolat *Trichoderma* sp. untuk mengendalikan penyakit akar gada pada tanaman caisin. J. Kultivasi. 15 (3): 143-149.
- Yuniarti, A., M. Damayani, dan D. M. Nur. 2019. Efek pupuk organik dan pupuk NPK terhadap C-organik, N-total, C/N, serapan N serta hasil padi hitam pada inceptisols. J.Pertanian Presisi. 3(2): 90-105.
- Zainudin dan R. Kesumaningwati. 2020. Peranan kompos pelepah kelapa sawit dengan bioaktivator MOL POME terhadap peningkatan sifat biologi tanah sub optimal. Ziraa'ah. 45(3): 360-369.

Ahadiyat, Y. R. · O. Herliana · I. Widiyawati

Efek aplikasi beberapa taraf ekstrak sereh dan pemupukan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo varietas Unsoed 1 di musim kemarau

Sari Upaya peningkatan hasil padi gogo perlu dilakukan melalui efisiensi pupuk N, P, dan K (NPK). Aplikasi bahan alami nabati dengan aplikasi ekstrak sereh (*Cymbopogon citratus*) bisa dijadikan alternatif untuk mengefisienkan nutrisi pada tanaman padi gogo. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan konsentrasi ekstrak sereh dan dosis pupuk NPK terhadap karakter fisiologi, pertumbuhan, dan hasil padi gogo. Penelitian dilakukan di Dusun Kalicacing, Desa Kalimandi, Kecamatan Purwareja Klampok, Kabupaten Banjarnegara pada bulan April sampai September 2017 dan menggunakan rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan. Petak utama merupakan dosis pupuk N, P, K rekomendasi (100 kg N/ha, 100 kg P₂O₅/ha, dan 50 kg K₂O/ha), dengan taraf 50% dan 100% dosis rekomendasi. Anak petak merupakan konsentrasi ekstrak sereh dengan taraf 0%; 1%; 1,25%; 1,67%; 2,5%; dan 5%. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, jumlah anakan, bobot kering tanaman, serapan N dan P, kandungan prolin, kadar klorofil a dan b, jumlah anakan produktif, bobot dan jumlah gabah per rumpun, bobot 1000 biji, persentase gabah isi, dan bobot gabah per petak efektif dan per hektar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak sereh belum mampu meningkatkan karakter pertumbuhan, fisiologi, dan hasil padi gogo yang optimum. Dosis pupuk NPK 50% mampu menghasilkan bobot gabah setara dengan pupuk NPK 100% rekomendasi yaitu 3,46 – 3,47 t/ha. Meskipun aplikasi ekstrak sereh tidak memberikan perbedaan nyata dengan tanpa pemberian ekstrak sereh, aplikasi ekstrak sereh tidak memberikan penurunan pada pertumbuhan dan hasil padi gogo sehingga aman digunakan sampai batas konsentrasi 5%.

Kata kunci: Ekstrak sereh · Fisiologi tanaman · Hasil tanaman · Padi gogo · Pertumbuhan tanaman · Pupuk NPK

Effect of lemongrass extract and NPK fertilizer levels on growth and yield of upland rice var. Unsoed 1 in dry season

Abstract. Efforts to increase upland rice yield need to be done through the efficiency of synthetic N, P, and K (NPK) fertilizers. The application of natural resources such the application of lemongrass extract (*Cymbopogon citratus*) can be used as a complement so that nutrients are more efficient for upland rice. Objective of this study was to determine the application of lemon grass extract concentrations dan N, P, K fertilizer dosages on characters of physiology, growth, and yield, of upland rice. Split Plot Design with main plot of NPK fertilizers recommendation dosage (100 kg N/ha, 100 kg P₂O₅/ha, 50 kg K₂O/ha) which levels were 50% and 100 %. Subplot was lemongrass extract concentration viz. 0%; 1%; 1.25%; 1.67%; 2.5%; and 5% were tested with three replications at Kalicacing sub-village, village of Kalimandi, Purwareja Sub-district, District of Banjarnegara from April to September 2017. The observed variables were plant height, leaf number, leaf area, tillers number, dry weight of plants, N dan P uptake, proline content, chlorophyll a dan b, productive tillers number, weight dan number of grains, weight of 1000 seeds, percentage of filled grain, and weight of grain/effective plot and per hectare. The results showed that lemon grass extract could not improve the upland performance yet. However, NPK dosage of 50% dan 100% had an equal grain yield about 3.46 – 3.47 t/ha. Although the application of lemongrass extract did not give a significant difference with 0% lemongrass extract, it did not decrease the growth and yield of upland rice so it was safe to use, up to concentration of 5%.

Keywords: Lemon grass extract · NPK fertilizers · Plant growth · Plant physiology · Upland rice · Yield

Diterima : 10 Maret 2021, Disetujui : 13 Juni 2021, Dipublikasikan : 1 Agustus 2021

DOI: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i2.32603>

Ahadiyat, Y. R. · O. Herliana · I. Widiyawati

Laboratorium Agroekologi, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Korespondensi: ahadiyat.yugi@unsoed.ac.id

Ahadiyat, Y. R. *dkk.*: Efek aplikasi beberapa taraf ekstrak sereh dan pemupukan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo varietas Unsoed 1 di musim kemarau

Pendahuluan

Padi (*Oryza sativa* L.) adalah tanaman rerumputan yang paling penting di dunia, khususnya di Asia termasuk di Indonesia (Panuju *et al.*, 2013). Padi merupakan sumber bahan makanan pokok bagi setidaknya setengah dari populasi dunia (Yoneyama *et al.*, 2016). Upaya pemenuhan kebutuhan padi menghadapi kendala, antara lain alih fungsi lahan sawah produktif. Produksi padi di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 54,6 juta ton GKG, yang mengalami penurunan sebesar 2,6 juta ton GKG dibandingkan produksi padi pada tahun 2018 (Prasetyo *et al.*, 2020). Penurunan ini terjadi karena adanya penurunan luas panen 700 ribu ha.

Salah satu alternatif untuk meningkatkan produksi padi adalah perluasan areal tanam dengan optimalisasi penggunaan lahan kering (Wale and Dejenie, 2013). Penggunaan varietas unggul padi tahan cekaman pada lahan kering diharapkan dapat menjadi solusi penurunan luas lahan sawah. Menurut Mahmud *et al.* (2014), padi gogo mulai banyak dikembangkan di berbagai wilayah di dunia karena budidayanya yang lebih hemat air.

Produktivitas padi gogo saat ini masih tergolong rendah, salah satunya disebabkan tidak efisiennya penggunaan pupuk anorganik (Fayisa and Welbira, 2016). Jumlah pupuk yang diberikan pada tanaman padi gogo harus mencukupi kebutuhannya agar tercapai efisiensi yang optimal. Unsur hara makro nitrogen, fosfor, dan kalium mempunyai peran penting terhadap proses fisiologi dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Haque and Haque, 2016).

Penggunaan ekstrak sereh (*Cymbopogon citratus*) sebagai bahan nabati alami memiliki peluang untuk meningkatkan daya dukung lahan pertanian, efisiensi penggunaan pupuk, serta meningkatkan produksi tanaman pada budidaya tanaman padi gogo. Jouini *et al.* (2020) menyatakan bahwa tumbuhan aromatik yang diekstrak dan diaplikasikan ke tanah mampu menekan pertumbuhan gulma, namun tidak merugikan mikroorganisme tanah. Oleh karena itu, sereh sebagai salah satu jenis tumbuhan aromatik memiliki potensi untuk dikembangkan dalam mendukung produksi padi.

Aplikasi ekstrak sereh diharapkan mampu menekan persaingan dengan gulma dan tetap menjaga kehidupan mikroorganisme di

dalam tanah sehingga pemanfaatan nutrisi bagi tanaman padi bisa lebih efisien. Namun demikian, hingga saat ini belum diketahui pengaruh dari aplikasi berbagai konsentrasi ekstrak sereh dan dosis pupuk N, P, dan K terhadap tanaman padi gogo. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji tentang respons fisiologi, pertumbuhan, dan hasil padi gogo dengan aplikasi ekstrak sereh dan pupuk N, P, serta K yang berbeda.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di lahan percobaan di Balai Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Kebun Kalicacing, Kabupaten Banjarnegara, pada musim kemarau bulan April sampai September 2017. Intensitas curah hujan sangat rendah selama penelitian berlangsung, dengan rata-rata 24 mm per bulan serta suhu dan kelembaban masing-masing 30,11 °C dan 76,09%. Kondisi tanah memiliki nilai kesuburan yaitu pH 5,84, C-organik 5,17%, N-total 0,17, P tersedia 5,36 ppm, K tersedia 145,41 ppm, dan kapasitas pertukaran kation 15,42 cmol⁺/kg, yang menunjukkan tanah dengan kategori kurang subur.

Bahan utama yang digunakan meliputi benih padi gogo varietas Inpago Unsoed 1, pupuk urea, pupuk SP-36, pupuk KCl, dan ekstrak sereh (*Cymbopogon citratus*). Penelitian menggunakan rancangan petak terbagi yang diulang tiga kali. Petak utama merupakan dosis pupuk, yaitu N, P, K 50% dosis rekomendasi (50 kg N/ha, 50 kg P₂O₅/ha, 25 kg K₂O/ha) dan 100% dosis rekomendasi (100 kg N/ha, 100 kg P₂O₅/ha, 50 kg K₂O/ha). Anak petak merupakan aplikasi ekstrak sereh dengan konsentrasi 0%, 1%, 1,25%, 1,67%, 2,5% dan 5%.

Persiapan lahan meliputi pengolahan tanah menggunakan traktor dan persiapan petak percobaan. Petak utama berjumlah 6 petak dengan ukuran 14,5 m x 5 m, dan anak petak di dalam petak utama masing-masing 6 petak dengan ukuran 2 m x 4 m. Jarak antar anak petak dalam satu blok adalah 0,5 m sedangkan jarak antar blok 1 m.

Ekstrak sereh yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan metode maserasi. Tanaman sereh dibersihkan, kemudian dipotong-potong, dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 37°C selama 48 jam (Madeira *et al.*, 2016). Sereh kering

kemudian dihaluskan menjadi serbuk dengan menggunakan blender. Serbuk sereh kering selanjutnya ditimbang sebanyak 100 g. Pelarut yang digunakan adalah etanol 70% dengan volume 1 liter (Ewansih *et al.*, 2012). Pelarut dimasukkan ke dalam labu ukur, kemudian serbuk sereh kering yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam labu ukur.

Larutan dibiarkan selama satu minggu sambil diaduk selama 15 menit setiap hari. Larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk menghasilkan filtrat. Hasil saringan dituang ke dalam cawan petri lalu dikeringkan selama dua hari pada suhu 37 °C untuk menguapkan pelarut sehingga diperoleh ekstrak pekat (Mehingko *et al.*, 2013).

Penanaman dilakukan dengan sistem tugal sebanyak 3 benih padi gogo yang ditanam dengan jarak 25 cm x 25 cm dan kedalaman 2–3 cm. Aplikasi pupuk urea diberikan pada umur tanaman padi gogo 15, 30, dan 45 hst, masing-masing 1/3 bagian dari dosis sesuai perlakuan. Pupuk SP-36 dan KCl diberikan pada umur tanaman padi gogo 15 hst dengan dosis sesuai perlakuan. Ekstrak sereh dengan volume 1200 mL pada setiap petak percobaan dengan konsentrasi sesuai perlakuan dengan disemprotkan pada tanah dan tanaman padi setiap satu minggu sekali selama 16 kali di mulai dari umur tanaman 28 hari setelah tanam hingga menjelang panen.

Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan total, jumlah daun, luas

daun, bobot kering tanaman, serapan unsur hara N menggunakan metode Kjeldahl, serapan hara P menggunakan metode pengabuan basah, kandungan prolin, kadar klorofil a dan b, jumlah anakan produktif, bobot gabah per rumpun, jumlah gabah per rumpun, bobot 1000 biji, persentase gabah isi, bobot gabah per petak efektif, dan bobot gabah per hektar.

Data hasil pengukuran dianalisis dengan uji F pada taraf $p=0,05$ untuk mengetahui tingkat signifikansi masing-masing faktor perlakuan dan interaksinya terhadap variabel yang diamati, kemudian apabila terdapat perbedaan yang nyata akan dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test (DMRT)* pada $p=0,05$.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak sereh tidak berpengaruh terhadap fisiologi dan pertumbuhan (Tabel 1), hasil, dan komponen hasil (Tabel 2).

Karakter fisiologi tanaman padi gogo dengan aplikasi ekstrak sereh dan pupuk N,P,K menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada semua variabel, yaitu kadar prolin (8 – 13 $\mu\text{mol/g}$), kadar klorofil a (3 – 4 mg/g), kadar klorofil b (1 – 2 mg/g), serapan nitrogen (22 – 34 g/tan), dan serapan fosfor (2 – 3 g/tan) (Tabel 1). Begitu pula terhadap karakter pertumbuhan, antara lain tinggi tanaman (67 – 70 cm), jumlah anakan total (18 – 22), jumlah daun (74 – 88),

Tabel 1. Respons fisiologi dan pertumbuhan padi gogo dengan aplikasi ekstrak sereh dan Pupuk N, P, K

Perlakuan	Karakter Fisiologi				Karakter Pertumbuhan					
	KP ($\mu\text{mol/g}$)	KKA (mg/g)	KKB (mg/g)	SN (g/tan)	SP (g/tan)	TT (cm)	JAT (batang)	JD (helai)	LD (cm^2)	BKT (g)
Pupuk										
50% N, P, K	10,82	3,48	1,20	25,45	2,48	68,36	19,71	80,5	34,50	36,29
100% N, P, K	13,03	4,13	1,47	28,96	2,92	68,78	20,89	83,5	39,50	38,38
Ekstrak Sereh										
0%	15,77	3,98	1,23	25,92	2,72	67,58	18,57	74,9	35,74	33,22
1%	8,20	3,81	1,40	23,10	2,13	69,85	21,73	88,0	37,32	37,00
1,25%	13,29	4,12	1,74	31,08	2,99	69,02	20,70	83,1	39,25	40,32
1,67%	10,05	3,22	1,42	33,82	3,21	68,72	20,53	84,7	36,51	36,98
2,5%	12,72	3,76	1,30	26,95	2,75	69,08	21,23	84,8	39,28	45,45
5%	11,54	3,95	0,90	22,33	2,39	67,15	19,03	76,5	33,91	31,03
KK (%)	18,90	19,85	11,28	16,28	10,80	4,52	14,25	14,76	13,69	25,08

Keterangan:

KP=Kadar Prolin, KKA=Kadar Klorofil A, KKB=Kadar Klorofil B, SN=Serapan Nitrogen, SP=Serapan Fosfor; TT= tinggi tanaman, JAT=jumlah anakan total, JD= jumlah daun, LD= luas daun, BKT=bobot kering tanaman.

luas daun (34 – 40), dan bobot kering tanaman (31 – 46 g) yang menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hasil yang tidak berbeda nyata pada aplikasi N,P, dan K yang berbeda menunjukkan adanya efisiensi dalam pemupukan. Demikian juga halnya dengan aplikasi ekstrak sereh yang mengindikasikan bahwa tidak terjadi cekaman fisiologis pada tanaman akibat konsentrasi ekstrak sereh dengan dosis yang berbeda (Tabel 1).

Komponen hasil pun menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan aplikasi ekstrak sereh dan pupuk N,P,K dengan dosis berbeda, yaitu jumlah anakan produktif (18 – 21), bobot gabah per rumpun (24 – 30 g), bobot 1000 Biji (20 – 22 g), persentase gabah isi (8% – 63%), bobot gabah per petak efektif (640 – 700 g), dan bobot gabah (3,5 – 4,0 t/ha). Perbedaan yang tidak nyata pada karakter fisiologi dan pertumbuhan memberikan dampak yang sama terhadap komponen hasil (Tabel 2).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk N, P, dan K tidak berpengaruh terhadap semua variabel, yang berarti bahwa aplikasi pupuk N, P, dan K 50% dosis rekomendasi mampu memberikan hasil yang setara dengan 100% dosis rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa pemupukan dengan dosis 100% rekomendasi menjadi tidak efisien. Urea merupakan pupuk yang mudah larut dalam air, bereaksi dengan cepat, mudah tercuci, dan mudah menguap ke udara sehingga tidak terserap oleh tanaman secara optimal

(Firmansyah and Sumarni, 2013). Suhu optimum yang dibutuhkan tanaman padi gogo berkisar 15-30°C, sementara di lahan penelitian bisa mencapai 33°C. Penyebab hilangnya pupuk khususnya N dalam suatu agroekosistem bisa disebabkan oleh volatilisasi akibat suhu tinggi (Achmad and Susetyo, 2014).

Serapan hara berpengaruh terhadap proses fisiologis seperti pembentukan klorofil dan aktivitas fotosintesis, sehingga berpengaruh pula terhadap pertumbuhan, ketahanan terhadap penyakit, serta produksi tanaman (Bustami *et al.*, 2012). Fotosintesis erat kaitannya dengan laju asimilasi dan asimilat digunakan sebagai energi pertumbuhan tanaman untuk membentuk organ vegetatif seperti akar, daun dan batang tanaman (Pramitasari *et al.*, 2016). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi pupuk 50 % N,P,K dosis rekomendasi mampu menunjang karakter pertumbuhan dan mampu meningkatkan efisiensi.

Aplikasi pupuk N,P,K dan ekstrak sereh dengan dosis berbeda menghasilkan presentase gabah isi berkisar 60% merupakan hasil yang mendukung bobot gabah per rumpun sehingga mampu memberikan hasil cukup tinggi yaitu 3,5 – 4,0 ton per hektar. Wangiyana *et al.* (2009) menyatakan bahwa bulir-bulir padi harus terisi penuh melalui proses fotosintesis dan laju partisi fotosintat yang tinggi selama fase pengisian biji untuk mendapatkan hasil tinggi. Hasil gabah dipengaruhi langsung oleh jumlah malai yang ditentukan oleh anakan produktif per rumpun (Hadianto *et al.*, 2017).

Tabel 2. Hasil padi gogo dengan aplikasi ekstrak sereh dan Pupuk N, P, K

	JAP (batang)	BGR (g)	BSB (g)	PGI (%)	BGPE (g)	BGH (t/ha)
Pupuk						
50% N, P, K	18,08	28,45	21,95	61,47	641,67	3,47
100% N, P, K	20,41	29,39	20,87	67,60	783,74	4,24
Ekstrak Sereh						
0%	18,17	28,56	22,39	58,80	688,39	3,51
1%	18,43	24,34	21,12	61,42	662,34	3,05
1,25%	20,60	30,40	20,69	58,61	699,71	3,72
1,67%	20,07	27,30	20,23	59,17	694,26	3,38
2,5%	19,70	26,79	21,87	62,39	682,32	3,32
5%	20,83	30,14	22,17	62,81	849,22	3,80
KK (%)	15,07	19,81	9,07	8,52	23,58	17,74

Keterangan: JAP= Jumlah Anakan Produktif, BGR= Bobot Gabah per Rumpun, BSB= Bobot 1000 Biji, PGI= Persentase Gabah Isi, BGPE= Bobot Gabah per Petak Efektif, BGH= Bobot Gabah kering panen per Hektare.

Secara umum, gabah yang banyak apabila disertai dengan masa pengisian dan pemasakan gabah yang optimal akan menghasilkan hasil tinggi (Fatimaturrohman *et al.*, 2016). Ketersediaan hara mempengaruhi pula dalam produksi tanaman. Asimilat yang dihasilkan berhubungan dengan tingkat metabolisme yang dipengaruhi oleh fosfor. Hamawi *et al.* (2016) menyatakan bahwa P membantu meningkatkan proses pengisian biji. Oleh karena itu, aplikasi pupuk N, P, dan K 50% dosis rekomendasi sudah cukup mampu menghasilkan produksi gabah yang setara dengan 100% dosis rekomendasi.

Aplikasi pupuk N, P, dan K 50% dan 100% dosis rekomendasi tidak berdampak terhadap serapan hara dan variabel fisiologi, pertumbuhan, hasil, intensitas serangan hama dan penyakit. Hal ini menjelaskan bahwa dengan menggunakan unsur hara yang tersedia di dalam tanah dan pemberian pupuk dengan dosis 50% rekomendasi, tanaman padi gogo mampu menggunakan unsur hara secara efisien untuk proses fisiologi dan pertumbuhannya.

Hasil penelitian ini memberikan informasi ilmiah bahwa ekstrak sereh 0 – 5% belum menunjukkan adanya peningkatan pada karakter fisiologi, pertumbuhan, dan hasil padi gogo. Namun demikian, potensi dari ekstrak sereh ini bisa dilanjutkan melalui penelitian dengan meningkatkan konsentrasi ekstrak sereh dengan aplikasi N, P, dan K rendah. Upaya ini dilakukan untuk mendukung sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan dengan memanfaatkan sumber daya hayati potensial dengan menekan penggunaan pupuk sintetis.

Kesimpulan

Aplikasi ekstrak sereh belum mampu meningkatkan karakter fisiologi, pertumbuhan, dan hasil namun memiliki potensi dikembangkan dengan meningkatkan konsentrasinya. Pupuk N, P, K 50% rekomendasi mampu menghasilkan bobot gabah setara dengan pupuk N,P,K 100% rekomendasi yaitu 3,5 – 4,0 t/ha.

Ucapan terimakasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Unsoed melalui dana BLU dalam kegiatan hibah

penelitian skim Riset Unggulan TA 2017 dan staf yang mendukung penelitian di Balai Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Kebun Kalicacing, Kabupaten Banjarnegara.

Daftar Pustaka

- Achmad, S. R. dan I. Susetyo. 2014. Pengaruh proses pencampuran dan cara aplikasi pupuk terhadap kehilangan unsur N. *Warta Perkaretan* 33, 29–34. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v33i1.47>
- Bustami, Sufardi, dan Bachtar. 2012. Serapan hara dan efisiensi pemupukan fosfat serta pertumbuhan padi varietas lokal. *J. Manaj. Sumberdaya Lahan* 1, 159–170.
- Ewansih, J. U., S. A. Garba, J. D. Mawak, and A. A. Oyewole. 2012. Antimicrobial Activity of *Cymbopogon citratus* (Lemon Grass) and It's Phytochemical Properties. *Front. Sci.* 2, 214–220. <https://doi.org/10.5923/j.fs.20120206.14>
- Fatimaturrohman, S., I. A. Rumanti, A. Soegianto, dan Damanhuri. 2016. Uji daya hasil lanjutan beberapa genotip padi (*Oryza sativa* L.) hibrida di dataran medium. *J. Prod. Tan.* 4, 129–136.
- Fayisa, A. B. and G. D. Welbira. 2016. Influence of Phosphorous and Nitrogen Fertilizer Rate on Grain Yield of Rice at Kamashi Zone of Benshal-gul Gumuz Region, Ethiopia. *JWER* 5, 8–14. <https://doi.org/10.11648/j.jwer.20160502.11>
- Firmansyah, I., dan N. Sumarni. 2013. Pengaruh dosis pupuk N dan varietas terhadap pH tanah, N-total tanah, serapan N, dan hasil umbi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada tanah entisols-Brebes Jawa Tengah. *J. Hort.* 23, 358–364.
- Hadianto, W., M. Jalil, dan J. Irawan. 2017. Respon produksi padi organik pada berbagai dosis pupuk kandang dan jumlah bibit per lubang tanam. *J. Agrotek Lestari* 4, 31–41.
- Hamawi, M., H. T. Sebayang, dan S. Y. Tyasmoro. 2016. Pengaruh dosis P dalam fosfat alam dan waktu pembenaman pupuk hijau *Azolla microphylla* Kaulfuss pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Gontor Agrotech Sci. J.* 2(2), 33–63.
- Haq, M. A., and M. M. Haq. 2016. Growth, Yield and Nitrogen Use Efficiency of New

- Rice Variety under Variable Nitrogen Rates. *AJPS* 7, 612–622. <https://doi.org/10.4236/ajps.2016.73054>
- Jouini, A., M. Verdeguer, S. Pinton, F. Araniti, E. Palazzolo, L. Badalucco, and V. A. Laudicina. 2020. Potential Effects of Essential Oils Extracted from Mediterranean Aromatic Plants on Target Weeds and Soil Microorganisms. *Plants* 9, 1289. <https://doi.org/10.3390/plants9101289>
- Madeira, P. L. B., L. T. Carvalho, M. A. B. Paschoal, E. M. de Sousa, E. B. Moffa, M. A. dos S. da Silva, R. de J. R. Tavares, and L. M. Gonçalves. 2016. In vitro Effects of Lemongrass Extract on *Candida albicans* Biofilms, Human Cells Viability, and Denture Surface. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 6, 71. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2016.00071>
- Mahmod, I. F., S. S. Barakbah, N. Osman, and O. Omar. 2014. Physiological Response of Local Rice Varieties to Aerobic Condition. *Int. J. Agric. Biol.* 16, 738–744.
- Mehingko, L., H. Awaloei, dan M. P. Wowor. 2013. Uji efek antimikroba ekstrak daun putri malu (*Mimosa pudica* Duchaas & Walp) secara in vitro. *JBM* 2, 44–49. <https://doi.org/10.35790/jbm.2.1.2010.842>
- Panuju, D. R., K. Mizuno, dan B. H. Trisasongko. 2013. The dynamics of rice production in Indonesia 1961–2009. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 12, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2012.05.002>
- Pramitasari, H. E., T. Wardiyati, dan M. Nawawi. 2016. Pengaruh dosis pupuk nitrogen dan tingkat kepadatan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.). *J. Prod. Tan.* 4, 49–56.
- Prasetyo, O. R., K. Astuti, N. Rahmadhani, R. Purwaningsih, I. N. Khasanah, dan N. Prahestin. 2020. Luas panen dan produksi padi di Indonesia 2019. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Wale, H. A., and T. Dejenie. 2013. Dryland ecosystems: their features, constraints, potentials and managements. *RJAEM* 2, 277–288. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2485.6084>
- Wangiyana, W., Z. Laiwan, dan Sanisah. 2009. Pertumbuhan dan hasil tanaman padi var. Ciherang dengan teknik budidaya “SRI (System of Rice Intensification)” pada berbagai umur dan jumlah bibit per lubang tanam. *Crop Agro* 2, 70–78.
- Yoneyama, T., F. Tanno, J. Tatsumi, and T. Mae. 2016. Whole-Plant Dynamic System of nitrogen use for vegetative growth and grain filling in rice plants (*Oryza sativa* L.) as revealed through the production of 350 grains from a germinated seed over 150 days: A review and synthesis. *Front. Plant Sci.* 7, 1161. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01151>

Udia, B.A.A.A. · D. Rusmin · A.A. Fatmawaty · N. Hermita · C. Syukur

Mutu fisik dan fisiologis benih setek berakar vanili pada berbagai jenis media dan lama periode simpan

Sari. Permasalahan pengembangan tanaman vanili antara lain adalah jarak lokasi pengembangan dengan lokasi sumber benih cukup jauh serta terbatasnya informasi tentang teknologi perbenihan vanili, terutama teknik penyimpanan benih untuk pengiriman jarak jauh. Penelitian bertujuan untuk mengetahui media simpan dan lama periode simpan setek berakar yang tepat terhadap mutu benih vanili. Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Unit Pengelola Benih Sumber dan Laboratorium Perbenihan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITTRO), Bogor, pada bulan November 2019 sampai dengan bulan Februari 2020. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan jenis media simpan dan periode simpan sebagai perlakuan yang diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: media simpan *cocopeat* dan kertas koran mampu mempertahankan mutu fisik: kadar air benih (>92%) dan kehijauan daun (>28); mutu fisiologis: persentase daya tumbuh (>97%) dan pertumbuhan bibit vanili tetap tinggi sampai 10 hari penyimpanan. Periode simpan 10 hari masih mampu mempertahankan: kadar air (93,83%), kandungan klorofil (28,03) dan daya tumbuh (96,67%) benih vanili tetap tinggi. Pada periode simpan 8 hari terjadi penurunan laju pertumbuhan (panjang tunas, jumlah daun, diameter tunas, jumlah ruas), namun penurunan pertumbuhan tidak bersifat permanen, karena mulai terjadi pemulihan yang mulai terlihat pada peubah panjang ruas pada minggu ke-8.

Kata kunci: *Cocopeat* · Daya tumbuh · Kertas koran · Kesegaran benih setek · *Vanilla planifolia*

The physical and physiological quality of rooted cutting vanilla seeds in various of media and storage period

Abstract. The distance between the seed source and the planting location, as well as the limited information on seed technology are constraints in vanilla cultivation, particularly how to store rooted cuttings of vanilla during transportation. The research objective was to determine the appropriate media and storage period for rooted cuttings on the quality of vanilla seeds. The research was carried out in the Greenhouse of the Source Seed Management Unit and the Seed Laboratory of the Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute (ISMCR), Bogor, from November 2019 to February 2020. This study used a factorial randomized block design (RBD) with storage media and storage period as treatment and three replications. The results showed that cocopeat media and newsprint were able to maintain physical quality: seed moisture content (> 92%) and leaf chlorophyll content (> 28), physiological qualities: growth ability (> 97%) and good growth up to 10 days stored. The storage period of 10 days is still able to maintain: moisture content (93.83%), chlorophyll content (28.03) and the growth ability (96.67%) of vanilla seeds was still optimal. In the 8-days storage period, there was a decrease in the growth rate (shoot length, number of leaves, shoot diameter, number of internodes), but the decline in growth was not permanent, because there was recovery in the internode length variable at week 8.

Keywords: cocopeat, freshness of cutting seeds, growth ability, newsprint, *Vanilla planifolia*

Diterima : 20 Maret 2021, Disetujui : 8 Juni 2021, Dipublikasikan : 1 Agustus 2021

DOI: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i2.32698>

Udia, B.A.A.A.¹ · D. Rusmin² · A.A. Fatmawaty¹ · N. Hermita¹ · C. Syukur²

¹ Jurusan Agroekoteknologi, Faperta Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

² Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Korespondensi : rdevirusmin@yahoo.com

Pendahuluan

Tanaman vanili (*Vanilla planifolia*) merupakan komoditas ekspor bernilai ekonomi tinggi dari Famili *Orchidaceae*. Buah vanili mengandung vanillin yang mengeluarkan aroma khas dan digunakan dalam industri makanan dan minuman. Tanaman vanili berasal dari Meksiko dan menyebar secara luas di daerah tropis (Minh *et al.*, 2015; Rosman, 2005; Kartikawati dan Rosman 2018). Di Indonesia, vanili telah menyebar luas hampir di seluruh wilayah, dengan daerah sentra produksi di Jawa, Bali, Sulawesi, dan Sumatera (Udarno dan Hadipoentyanti, 2009). Ekspor produk vanili Indonesia tercatat tumbuh positif sebesar 32,55 persen pada periode 2015 - 2019. Pada tahun 2019, Indonesia menempati peringkat ke-3 sebagai eksportir terbesar dunia setelah Madagaskar dan Perancis.

Tanaman vanili umumnya diperbanyak secara vegetatif dengan menggunakan setek batang (Ruhnayat, 2003). Setek batang yang digunakan berupa: setek panjang (5 - 7 ruas) atau setek pendek setek 1 buku hingga 3 buku. Setek panjang dapat ditanam secara langsung di lapangan, namun penggunaan setek pendek dengan cara disemai terlebih dulu (Kartikawati dan Rosman, 2018). Belakangan ini benih vanili yang banyak digunakan berasal dari setek pendek 1 buku berdaun tunggal. Cara ini dianggap lebih menguntungkan karena lebih efisien dalam penggunaan bahan tanaman dengan persentase hidup lebih tinggi dibanding menanam setek panjang secara langsung di lapangan. Sukarman dan Melati (2009) menyebutkan bahwa setek pada ruas batang ke 3 sampai ke 5 dari pucuk mempunyai persentase daya tumbuh dan pertumbuhan yang tinggi.

Permintaan terhadap komoditas vanili nasional semakin meningkat, seiring dengan meningkatnya harga komoditas vanili akhir-akhir ini. Banyak petani tertarik untuk mengembangkan kembali komoditas tersebut, setelah sebelumnya sempat terabaikan karena turunnya harga di pasaran. Permasalahan dalam pengembangan komoditas ini antara lain adalah jarak lokasi pengembangan dengan lokasi sumber benih cukup jauh dan terbatasnya informasi tentang teknologi perbenihan vanili, terutama teknik penyimpanan benih untuk pengiriman jarak jauh. Pengiriman benih jarak jauh dari lokasi sumber benih (pulau Jawa) ke

lokasi pengembangan (luar pulau Jawa), sangat beresiko terhadap mutu benih. Kondisi cekaman selama transportasi akan menurunkan mutu secara cepat apabila tidak ditangani dengan baik.

Pengiriman benih ke konsumen umumnya dalam bentuk setek pendek yang sudah berakar umur 4 - 6 bulan setelah disemai. Setek dikeluarkan dari polybag, kemudian akar dibersihkan dari media tanah yang menempel. Teknik ini juga menghemat biaya transportasi, karena bobot bibit menjadi ringan.

Secara umum, mutu benih akan menurun selama periode simpan. Penurunan mutu benih terjadi baik secara fisik maupun fisiologis. Informasi teknik penyimpanan dan lama penyimpanan yang tepat sangat diperlukan untuk mempertahankan mutu benih tetap tinggi sampai di lokasi pengembangan. Menurut Melati *et al.* (2006), media simpan yang dapat menyimpan air dengan baik merupakan solusi yang tepat untuk menjaga kelembaban benih selama transportasi. Beberapa jenis media simpan dilaporkan mampu mempertahankan mutu benih selama penyimpanan. Menurut Melati *et al.* (2006), persentase hidup setek nilam berakar dengan media *cocopeat* yang dilembabkan masih 100% setelah disimpan selama 7 hari. Benih setek berakar dan berdaun menghasilkan pertumbuhan lebih baik dibanding benih setek yang tidak berdaun. Penyimpanan benih setek kakao berakar dengan media serbuk gergaji dicampur dengan bahan penyerap air dapat mempertahankan daya tumbuh sebesar 97% setelah disimpan selama 3 hari (Rahardjo, 2005). Setek akar sukun mampu dipertahankan mutunya tetap baik sampai 28 hari penyimpanan dengan menggunakan media simpan berupa serbuk sabut kelapa lembab dan pelepah batang pisang.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian perlu dilakukan untuk mengetahui media simpan dan lama periode simpan setek berakar yang tepat agar mutu benih vanili selama periode simpan dapat terjaga. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi untuk penyimpanan maupun pendistribusian benih vanili.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Unit Pengelola Benih Sumber dan Laboratorium Perbenihan Balai Penelitian Tanaman Rempah

dan Obat (BALITTRO), Kota Bogor Provinsi Jawa Barat. Percobaan dilakukan pada bulan November 2019 sampai dengan bulan Februari 2020.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah: alat kemasan benih, *polybag* ukuran 15 cm x 20 cm, *cutter*, tampah bambu ukuran diameter 60 cm, alat tulis, klorofil meter SPAD Minolta 502, oven, timbangan analitik, *sigmat*, serta alat pengukur suhu dan kelembaban. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih vanili varietas Vania 1, *cocopeat*, kertas koran, tanah, dan pupuk kotoran hewan sapi.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dua jenis media simpan (M) yang terdiri dari dua taraf, yaitu *Cocopeat* (M1) dan Kertas koran (M2). Faktor kedua adalah Periode simpan (L) yang terdiri dari 6 taraf, yaitu: 0 hari (L1), 2 hari (L2), 4 hari (L3), 6 hari (L4), 8 hari (L5), dan 10 hari (L6).

Data hasil penelitian diolah menggunakan program DSAASTAT 1.101, dengan analisis sidik ragam (Uji F) pada taraf $\alpha = 5\%$. Apabila hasil analisis sidik ragam (Uji F) menunjukkan pengaruh nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$.

Persiapan bahan tanaman. Bahan tanaman yang digunakan adalah benih vanili varietas Vania 1 yang berasal dari Unit Produksi Benih Sumber (UPBS), Balittro. Benih vanili yang digunakan sudah berumur 2 bulan setelah disemai, dengan kriteria: panjang tunas 7,46 cm, jumlah daun 4, diameter tunas 3,75 mm, jumlah ruas 3,37, panjang ruas 2,26 cm dan rata-rata kandungan klorofil daun adalah 32,77.

Penyimpanan benih. Media simpan yang digunakan berupa *cocopeat* dan kertas koran yang sudah dilembabkan. Kadar air media simpan *cocopeat* rata-rata 85,97%, sementara kadar air media simpan kertas koran rata-rata 63,18%. Benih vanili yang sudah disiapkan kemudian dikeluarkan dari *polybag* dan dibersihkan dari tanah yang melekat. Benih vanili kemudian diikat dan dikemas dalam kantung plastik yang sudah diisi dengan media kertas koran dan *cocopeat* lembab sesuai perlakuan. Benih yang sudah dikemas sesuai perlakuan kemudian dimasukkan ke dalam kardus yang sudah dilapisi plastik kemudian ditutup rapat. Kardus diberi lubang kecil di

pinggir atas untuk menjaga sirkulasi udara, kemudian disimpan sesuai dengan perlakuan lama periode simpan (0, 2, 4, 6, 8, dan 10 hari) di dalam ruangan laboratorium perbenihan. Selama penyimpanan dilakukan pengukuran suhu dan kelembaban wadah penyimpanan. Suhu wadah penyimpanan pada saat penelitian adalah 28,2 – 31,5 °C, dengan kelembaban 50 – 78%.

Pengujian mutu benih. Pengujian mutu benih dilakukan untuk mengetahui mutu fisiologis benih setelah disimpan. Pengujian dilakukan dengan cara mengeluarkan benih dari kardus setiap akhir periode simpan masing-masing perlakuan. Benih vanili kemudian ditanam di *polybag* dengan media tanah campur pupuk kandang (2:1).

Pengamatan

Mutu Fisik Benih Vanili. Pengamatan mutu fisik bertujuan untuk melihat kondisi fisik benih vanili (kehijauan dan kesegaran) setelah perlakuan penyimpanan. Pengamatan mutu fisik dilakukan terhadap:

Kadar Klorofil. Pengukuran klorofil dilakukan dengan menggunakan klorofil meter Soil Plant Analysis Development (SPAD) Minolta 502 untuk melihat tingkat kehijauan daun dengan cara menyisipkan helai daun dan menutupnya dengan kepala pengukur (bagian sensor). Daun yang diukur kadar klorofilnya merupakan daun ketiga pada tunas. Sampel yang diamati sebanyak 5 tanaman. Pengamatan dilakukan pada akhir penyimpanan (0, 2, 4, 6, 8, dan 10 hari) untuk masing-masing perlakuan.

Kadar Air (%). Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara benih dioven dengan suhu 60 °C selama 3 x 24 jam kemudian ditimbang beratnya menggunakan timbangan analitik untuk melihat kesegaran benih vanili setelah perlakuan penyimpanan. Sampel yang diamati sebanyak 1 tanaman. Pengamatan dilakukan pada akhir penyimpanan (0, 2, 4, 6, 8, dan 10 hari) untuk masing-masing perlakuan. Kadar air dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{bobot basah} - \text{bobot kering}}{\text{bobot basah}} \times 100\%$$

Mutu fisiologis dan agronomis

Persentase daya tumbuh. Pengamatan mutu fisiologis bertujuan untuk mengetahui

mutu fisiologis benih setelah dilakukan perlakuan penyimpanan benih. Pengamatan dilakukan dengan cara menanam benih vanili untuk mengetahui daya tumbuh dan pertumbuhan bibit setelah mendapat perlakuan penyimpanan. Pengamatan dilakukan pada tanaman yang hidup dilihat pada saat bibit berumur 2 minggu setelah tanam (MST) sampai 8 MST. Persentase daya tumbuh dihitung dengan rumus:

Persentase daya tumbuh:

$$= \frac{\sum \text{tanaman hidup}}{\sum \text{populasi tanaman}} \times 100\%$$

Pertumbuhan bibit. Pengamatan pertumbuhan bibit dilakukan terhadap: (1) Panjang tunas: diukur mulai dari pangkal tunas sampai ujung tunas tertinggi yang diluruskan secara vertikal ke atas, (2) Jumlah daun: dilakukan dengan cara menghitung jumlah daun yang muncul dan telah terbuka, (3) Diameter tunas: dilakukan dengan cara mengukur bagian tengah tunas, dengan menggunakan sigmat, (4) Jumlah ruas: dilakukan dengan cara menghitung jumlah ruas pada tunas, dan (5) Panjang ruas: dilakukan dengan cara mengukur panjang ruas pada tunas dengan menggunakan penggaris. Pengamatan pertumbuhan bibit vanili dilakukan 2 minggu sekali, mulai saat tanaman berumur 2 MST sampai 8 MST. Sampel sebanyak 5 tanaman diamati untuk masing-masing perlakuan.

Hasil dan Pembahasan

Mutu Fisik. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis media simpan dengan lama periode simpan terhadap kandungan klorofil daun dan kadar air benih vanili (Tabel 1). Jenis media simpan berpengaruh tidak nyata terhadap perubahan kandungan klorofil daun benih setek berakar vanili selama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa media *cocopeat* dan kertas koran mempunyai pengaruh yang sama dalam mempertahankan kehijauan daun benih setek vanili selama penyimpanan. Kelembaban media *cocopeat* (85,97%) dan kertas koran (63,18%) yang digunakan mampu mempertahankan kelembaban wadah simpan (50-78%) selama proses penyimpanan benih vanili berlangsung. Hal ini menyebabkan suhu pada wadah simpan

lebih stabil (28,2 – 31,5 °C), sehingga benih vanili tidak mengalami cekaman suhu yang berlebihan selama penyimpanan. Kelembaban dan suhu yang relatif stabil selama penyimpanan mampu menghambat degradasi klorofil sehingga daun tetap hijau sampai akhir periode simpan. Cekaman suhu tinggi atau rendah secara fisiologis akan memicu terjadinya perubahan hormonal. Perubahan hormonal tersebut akan memstimulasi proses absisi pada daun, sehingga daun akan menguning dan rontok. Di samping faktor media simpan, faktor genetik atau jenis tanaman sangat berpengaruh terhadap daya simpan benih. Menurut Melati dan Rusmin (2008), benih nilam mengalami perubahan warna daun dan kerontokan daun setelah disimpan selama 7 hari dengan kemasan kertas koran.

Tabel 1. Kandungan klorofil daun, kadar air dan daya tumbuh benih setek vanili setelah simpan masing-masing pada faktor jenis media dan lama periode simpan

Perlakuan	Kandungan klorofil (unit)	Kadar air (%)	Daya tumbuh (%)
Media simpan (M):			
<i>Cocopeat</i> (M1)	28,96 a	92,99 a	97,78 a
Kertas koran (M2)	29,41 a	93,25 a	100 a
Lama simpan (L):			
0 hari (L1)	30,87 a	92,94 a	100 a
2 hari (L2)	30,57 a	92,85 a	100 a
4 hari (L3)	29,44 a	93,43 a	100 a
6 hari (L4)	28,06 a	92,48 a	100 a
8 hari (L5)	28,13 a	93,20 a	96,67 a
10 hari (L6)	28,03 a	93,83 a	96,67 a
KK (%)	7,25	1,18	2,05

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%

Faktor lama periode simpan juga berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan klorofil daun vanili selama penyimpanan (Tabel 1). Sampai periode simpan 10 hari belum terlihat perubahan yang nyata terhadap kandungan klorofil daun benih vanili dibandingkan dengan perlakuan penyimpanan 0 hari. Hasil ini menunjukkan bahwa sampai penyimpanan 10 hari, mutu fisik benih vanili masih mampu dipertahankan bila dilihat dari indeks kehijauan daun. Daya simpan benih secara umum dipengaruhi oleh faktor eksternal (kondisi penyimpanan) dan faktor internal (genetik atau jenis tanaman). Benih vanili secara genetik merupakan tanaman yang tahan disimpan lama. Berbeda dengan tanaman lada,

daun sudah menguning dan rontok setelah disimpan selama 5 hari dengan media *cocopeat* (Rusmin *et al.*, 2019). Hal yang sama terjadi pada benih kakao, dimana penyimpanan benih (setek berakar) selama 4 hari sudah terjadi penurunan mutu fisik (kesegaran benih dan kerontokan daun) (Rahardjo, 2005).

Kadar air benih vanili juga tidak dipengaruhi oleh jenis media simpan (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa media *cocopeat* dan kertas koran mampu mempertahankan kadar air (kesegaran benih), sampai periode simpan 10 hari. Kelembaban media *cocopeat* (85,97%) dan kertas koran (63,18%) yang digunakan mampu mempertahankan kelembaban daerah sekitar perakaran dan wadah simpan sebesar 50 – 78% sehingga tidak terjadi penguapan yang berlebihan. Sejalan dengan hasil penelitian Melati dan Rusmin (2008) yang menunjukkan bahwa pengemasan setek menggunakan media *cocopeat* dan koran yang dibasahi dengan air, kemudian dibungkus dengan plastik transparan dapat mempertahankan viabilitas setek nilam tetap tinggi (98%) setelah disimpan selama tujuh hari. Plastik yang digunakan untuk membungkus setek berfungsi untuk menjaga kelembaban media simpan sehingga metabolisme setek berakar selama penyimpanan tetap berlangsung dengan baik karena tersedianya air pada media simpan. Sudomo (2012) menyatakan bahwa *Cocopeat* merupakan media simpan dengan kemampuan menyerap atau menahan air yang relatif tinggi yang mengakibatkan kondisi media relatif lembab. Demikian pula dengan kertas koran. Hasil penelitian Saefudin dan Wardiana (2015) menunjukkan bahwa kertas koran yang telah dibasahi dapat mempertahankan kandungan air entres tanaman karet masing-masing sebesar 94,8% dan 93,9% setelah 4 hari penyimpanan.

Perubahan kadar air benih vanili selama proses penyimpanan juga tidak dipengaruhi oleh lama periode simpan (Tabel 1). Sampai periode simpan 10 hari kadar air benih vanili tetap tinggi (93,83%) apabila dibandingkan dengan perlakuan penyimpanan 0 hari (92,94%). Hasil ini menunjukkan bahwa sampai penyimpanan 10 hari, kesegaran benih vanili masih mampu dipertahankan dilihat dari kadar air benih. Daya simpan benih, disamping dipengaruhi oleh faktor eksternal (media simpan), juga dipengaruhi oleh faktor internal (genetik dan mutu awal benih). Secara genetik, tanaman vanili adalah tanaman yang sel batang

dan daunnya mempunyai lapisan kutikula (2.5 – 5 μ m) sehingga mampu menahan terjadinya penguapan air yang cukup tinggi. Disamping itu pada sel batang juga dikelilingi oleh kumpulan sel penyimpan air (Stern dan Judd, 1999) sehingga benih vanili tetap segar walaupun disimpan cukup lama. Hasil ini dibuktikan oleh Hapsari (2020) bahwa penyimpanan setek panjang vanili yang tidak berakar, dengan media kertas koran dan *cocopeat* yang dilembabkan mampu mempertahankan mutu fisik dan fisiologis tetap tinggi setelah disimpan selama 12 hari. Berbeda dengan penyimpanan benih setek vanili, kesegaran benih setek berakar kakao yang disimpan selama 4 hari sudah menurun yang dicirikan dengan menurunnya bobot segar setelah periode simpan (Rahardjo 2005).

Hasil pengamatan terhadap kadar klorofil daun (indeks kehijauan) dan kadar air (kesegaran benih), menunjukkan bahwa secara fisik, benih vanili masih mempunyai mutu yang tinggi setelah periode simpan sampai 10 hari. Mutu fisik ini selanjutnya akan mempengaruhi mutu fisiologis dan proses pertumbuhan tanaman selanjutnya.

Mutu Fisiologis dan agronomis

Persentase daya tumbuh. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis media simpan dengan lama periode simpan terhadap persentase daya tumbuh benih vanili (Tabel 1). Tabel 1 menunjukkan bahwa media simpan berpengaruh tidak nyata terhadap daya tumbuh benih vanili. Hal ini menunjukkan bahwa media *cocopeat* dan kertas koran mampu mempertahankan daya tumbuh benih vanili tetap tinggi (>97%) selama periode simpan.

Lama periode simpan juga berpengaruh tidak nyata terhadap perubahan persentase daya tumbuh benih vanili (Tabel 1). Persentase daya tumbuh benih vanili tetap tinggi sampai periode simpan 10 hari (96,67%) dan berbeda tidak nyata dengan periode simpan 0 hari. Hasil ini membuktikan bahwa mutu fisik mempengaruhi mutu fisiologis benih. Mutu fisik yang baik akan menghasilkan mutu fisiologis (persentase daya tumbuh) yang baik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wahyuni *et al.* (2013) pada setek nilam bahwa setek dengan mutu fisik baik mampu meningkatkan daya tumbuh (mutu fisiologis) bibit sampai 10 hari periode penyimpanan.

Pertumbuhan Bibit. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara perlakuan media simpan dengan lama periode simpan terhadap pertumbuhan (panjang tunas, jumlah daun, diameter tunas, jumlah ruas, dan panjang ruas) bibit vanili. Faktor media simpan berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan bibit vanili (panjang tunas, jumlah daun, diameter tunas, jumlah ruas dan panjang ruas), sedangkan faktor lama periode simpan walaupun berpengaruh tidak nyata terhadap persentase daya tumbuh, tetapi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tunas bibit vanili selanjutnya (panjang tunas, jumlah daun, diameter tunas, jumlah ruas dan panjang ruas), pada umur 2, 4, 6, 8 dan 10 MST (Tabel 2, 3, 4, 5 dan 6).

Tabel 2. Panjang tunas bibit vanili setelah disimpan pada berbagai jenis media dan lama periode simpan.

Perlakuan	Umur bibit (MST)			
	2	4	6	8
Media simpan (M):				
<i>Cocopeat</i> (M1)	10,98 a	13,90 a	18,23 a	23,29 a
Kertas koran (M2)	11,15 a	13,80 a	17,63 a	22,51 a
Lama simpan (L):				
0 hari (L1)	13,13 d	16,42 d	20,82 c	27,38 d
2 hari (L2)	11,93 c	15,10 c	20,45 c	25,87 d
4 hari (L3)	10,17 b	13,02 b	16,23 a	21,58 b
6 hari (L4)	11,88 c	15,13 c	18,77 b	23,60 c
8 hari (L5)	10,15 b	12,15 ab	15,87 a	19,80 a
10 hari (L6)	9,13 a	11,30 a	15,45 a	19,17 a
KK (%)	12,54	13,98	12,31	12,56

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%

Media simpan berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan panjang tunas sampai umur 8 MST (Tabel 2). Hal ini membuktikan bahwa penyimpanan benih vanili dengan media *cocopeat* dan kertas koran mempunyai pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan panjang tunas setelah dilakukan pengujian mutu di persemaian. Sebaliknya, periode simpan berpengaruh nyata terhadap panjang tunas bibit vanili (Tabel 2). Panjang tunas menurun dengan semakin lama periode simpan. Penurunan panjang tunas sudah terlihat pada saat umur 2 MST. Penurunan tersebut diduga karena peningkatan respirasi yang disebabkan oleh cekaman suhu dan kelembaban yang dialami selama proses penyimpanan. Proses pemulihan pertumbuhan tanaman masih belum terjadi

sampai umur 8 MST. Penurunan panjang tunas yang cukup tajam terdapat pada periode simpan 8 hari, sampai pada akhir pengamatan (8 MST) apabila dibandingkan dengan penyimpanan 0 hari (Tabel 2).

Tabel 3 menunjukkan bahwa media simpan berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun bibit vanili. Penyimpanan benih vanili, baik dengan media *cocopeat* maupun kertas koran, mempunyai pengaruh yang sama dalam pertambahan jumlah daun sampai 8 MST. Sebaliknya, faktor lama periode simpan berpengaruh nyata terhadap jumlah daun bibit vanili. Jumlah daun menurun dengan semakin lama periode simpan. Penurunan jumlah daun mulai terlihat pada saat umur 4 MST. Penurunan jumlah daun yang cukup tajam terjadi mulai periode simpan 8 hari.

Tabel 3. Jumlah daun bibit vanili setelah disimpan pada berbagai jenis media dan lama periode simpan .

Perlakuan	Umur bibit (MST)			
	2	4	6	8
Media simpan (M):				
<i>Cocopeat</i> (M1)	4,43 a	5,33 a	6,48 a	7,93 a
Kertas koran (M2)	4,46 a	5,36 a	6,27 a	7,78 a
Lama simpan (L):				
0 hari (L1)	4,70 a	5,80 c	6,83 d	8,43 c
2 hari (L2)	4,53 a	5,87 c	6,83 d	8,47 c
4 hari (L3)	4,26 a	5,23 b	6,33 c	7,83 b
6 hari (L4)	4,53 a	5,73 c	6,77 d	8,27 c
8 hari (L5)	4,37 a	4,83 a	5,93 b	7,13 a
10 hari (L6)	4,27 a	4,60 a	5,57 a	7,03 a
KK (%)	10,04	10,69	9,89	7,90

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%

Tabel 4 menunjukkan bahwa media simpan berpengaruh tidak nyata terhadap ukuran diameter tunas. Hal ini membuktikan bahwa penyimpanan benih vanili dengan media *cocopeat* dan kertas koran mempunyai pengaruh yang sama dalam pertambahan ukuran diameter tunas pada 2, 4, 6 dan 8 MST. Sebaliknya faktor lama periode simpan berpengaruh nyata terhadap diameter tunas bibit vanili. Diameter tunas menurun dengan semakin lama periode simpan. Penurunan ukuran diameter tunas mulai terlihat pada saat umur 2 MST. Pada saat umur 8 MST, terjadi penurunan diameter tunas yang cukup tajam mulai periode simpan 6 hari.

Jumlah ruas bibit vanili tidak dipengaruhi oleh jenis media simpan, sampai umur 8 MST. Hal ini membuktikan bahwa penyimpanan

benih vanili dengan media *cocopeat* dan kertas koran mempunyai pengaruh yang sama dalam pertambahan jumlah ruas bibit vanili (Tabel 5). Sebaliknya faktor lama periode simpan berpengaruh nyata terhadap jumlah ruas bibit vanili. Jumlah ruas menurun dengan semakin lama perlakuan periode simpan. Penurunan tersebut mulai terlihat pada saat umur 4 MST sampai 8 MST. Penurunan jumlah ruas yang cukup tajam terdapat pada periode simpan 8 hari (Tabel 5).

Tabel 4. Diameter tunas bibit vanili setelah disimpan pada berbagai jenis media dan lama periode simpan

Perlakuan	Umur bibit (MST)			
	2	4	6	8
Media simpan (M):				
<i>Cocopeat</i> (M1)	4,10 a	4,34 a	4,57 a	4,79 a
Kertas koran (M2)	4,09 a	4,34 a	4,58 a	4,78 a
Lama simpan (L):				
0 hari (L1)	4,23 c	4,49 c	4,78 d	5,05 d
2 hari (L2)	4,29 c	4,51 c	4,79 d	5,03 d
4 hari (L3)	4,27 c	4,45 c	4,65 c	4,88 c
6 hari (L4)	3,99 b	4,25 b	4,55 c	4,72 b
8 hari (L5)	4,06 b	4,25 b	4,42 b	4,58 ab
10 hari (L6)	3,74 a	4,07 a	4,29 a	4,47 a
KK (%) =	5,22	4,22	5,25	5,89

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%

Tabel 5. Jumlah ruas bibit vanili setelah disimpan pada berbagai jenis media dan lama periode simpan

Perlakuan	Umur bibit (MST)			
	2	4	6	8
Media simpan (M):				
<i>Cocopeat</i> (M1)	4,26 a	5,37 a	6,39 a	7,52 a
Kertas koran (M2)	4,33 a	5,43 a	6,30 a	7,38 a
Lama simpan (L):				
0 hari (L1)	4,63 a	5,80 c	6,77 c	8,33 d
2 hari (L2)	4,43 a	5,93 c	6,90 c	7,97 c
4 hari (L3)	4,07 a	5,20 b	6,20 b	7,63 b
6 hari (L4)	4,57 a	5,90 c	6,73 c	7,73bc
8 hari (L5)	4,10 a	4,90 a	5,87 a	6,60 a
10 hari (L6)	3,97 a	4,67 a	5,60 a	6,43 a
KK (%) =	10,62	9,63	9,37	8,49

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%

Pertumbuhan panjang ruas bibit vanili juga tidak dipengaruhi oleh perbedaan jenis media simpan, baik pada minggu ke 2, 4, 6 maupun minggu ke 8 MST. Penyimpanan benih vanili dengan media *cocopeat*, maupun kertas koran mempunyai pengaruh yang sama dalam pertambahan panjang ruas bibit vanili.

Sebaliknya, pertumbuhan panjang ruas bibit vanili dipengaruhi oleh lama periode simpan. Jumlah ruas menurun dengan semakin lama perlakuan periode simpan. Penurunan tersebut mulai terlihat pada saat umur 4 MST sampai 6 MST. Pada saat umur 8 MST, sudah terjadi pemulihan pertumbuhan panjang ruas, sehingga tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap pertumbuhan panjang ruas antar periode simpan (Tabel 6). Pemulihan pertumbuhan terjadi diduga karena tanaman sudah mulai beradaptasi dengan lingkungan tumbuh. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penghambatan laju pertumbuhan setelah mengalami periode simpan sampai 10 hari tersebut tidak bersifat permanen, hanya terjadi pada stadia awal. Pertumbuhan bibit kembali meningkat apabila sudah beradaptasi dengan lingkungan tumbuh. Proses pemulihan setelah tanaman beradaptasi dengan lingkungan tumbuh setelah bibit mengalami cekaman selama periode simpan, telah dilaporkan oleh Melati dan Rusmin (2008) pada tanaman nilam.

Tabel 6. Panjang ruas bibit vanili setelah disimpan pada berbagai jenis media dan lama periode simpan

Perlakuan	Umur bibit (MST)			
	2	4	6	8
Media simpan (M):				
<i>Cocopeat</i> (M1)	2,61 a	2,67 a	2,79 a	3,09 a
Kertas koran (M2)	2,52 a	2,58 a	2,77 a	2,98 a
Lama simpan (L):				
0 hari (L1)	2,79 a	2,85 d	3,10 c	3,24 a
2 hari (L2)	2,65 a	2,71 c	2,89 b	3,19 a
4 hari (L3)	2,49 a	2,54 ab	2,68 a	2,81 a
6 hari (L4)	2,59 a	2,63 bc	2,82 b	3,07 a
8 hari (L5)	2,48 a	2,53 ab	2,68 a	3,01 a
10 hari (L6)	2,41 a	2,50 a	2,61 a	2,92 a
KK (%) =	9,22	7,06	6,30	9,24

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%

Perubahan mutu fisik dan mutu fisiologis benih vanili tidak dipengaruhi oleh jenis media simpan yang digunakan selama periode simpan. Artinya media *cocopeat* dan kertas koran sama baiknya jika digunakan sebagai media simpan untuk menjaga kelembaban selama proses pengiriman benih. Hasil ini memberikan dampak positif bagi produsen maupun konsumen benih vanili, karena memberikan peluang untuk dapat memilih kedua jenis media tersebut sebagai media simpan. Adapun pemilihan media simpan yang digunakan untuk

pengiriman benih jarak jauh selain mampu menjaga kelembaban juga dengan persyaratan antara lain: (1) mudah diperoleh, (2) harga terjangkau, (3) menyimpan air dengan baik, dan (4) bobot lebih ringan. Menurut Rahmatika *et al* (2018), keuntungan menggunakan serabut kelapa (*cocopeat*) adalah mudah menyerap dan menyimpan air dengan kuat. Serabut kelapa mempunyai kandungan unsur hara, fosfor, dan unsur kalium yang sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan. Irawan dan Kafiari (2015) menyebutkan bahwa *cocopeat* juga memiliki pori makro yang tidak terlalu padat sehingga sirkulasi udara sangat baik untuk akar tanaman dan membuat ketersediaan air di tanaman tinggi. Media kertas koran selain bisa menyerap air dengan baik, mengandung nutrisi bagi tanaman. Jung dan Yang (2014) melaporkan bahwa limbah kertas mengandung cadangan nutrisi yang baik, diantaranya unsur K, Ca, dan Mg.

Laju pertumbuhan bibit vanili dipengaruhi oleh lama periode simpan. Selama mengalami periode simpan, terjadi penurunan laju pertumbuhan bibit vanili (panjang tunas, jumlah daun, diameter tunas, serta jumlah dan panjang ruas). Penurunan tersebut disebabkan oleh cekaman (suhu dan RH yang tinggi) yang dialami benih selama proses penyimpanan. Cekaman tersebut diduga memicu terjadinya peningkatan respirasi yang membutuhkan energi dari penguraian cadangan pati pada batang. Penguraian pati ini akan berpengaruh terhadap pengurangan cadangan energi sehingga proses pertumbuhan tanaman selanjutnya terhambat. Peningkatan respirasi selama proses penyimpanan juga telah dilaporkan oleh Rusmin *et al.* (2015a) dan (2015b) pada rimpang benih jahe. Menurut Rusmin *et al.* (2015a) peningkatan laju respirasi selama penyimpanan benih jahe merupakan mekanisme pemulihan dari luka fisik dan stres selama proses penanganan dengan cara menghimpun energi yang dihasilkan dari aktivitas respirasi. Laju respirasi kemudian menurun setelah benih beradaptasi dengan lingkungannya. Menurut Fazilla *et al.* (2014) respirasi yang tinggi selama proses penyimpanan menyebabkan proses metabolisme pada benih meningkat, sehingga cadangan makanan berkurang dan pada akhirnya terjadi kemunduran pada benih. Puspitaningtyas *et al.* (2018) menyatakan bahwa benih mengalami kemunduran mutu pada saat penyimpanan

akibat dari respirasi benih dan oksidasi lemak. Respirasi benih selama penyimpanan mengakibatkan adanya perombakan cadangan makanan pada benih yang menyebabkan cadangan energi untuk pertumbuhan berkurang.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Media simpan *cocopeat* dan kertas koran mampu mempertahankan mutu fisik: kadar air benih (>92%) dan kehijauan daun (>28), mutu fisiologis: persentase daya tumbuh (>97%) dan pertumbuhan bibit vanili tetap tinggi sampai 10 hari penyimpanan, (2) Sampai lama periode simpan 10 hari, benih masih mampu mempertahankan: kadar air (93,83%), kandungan klorofil (28,03) dan daya tumbuh (96,67%) benih vanili tetap tinggi, (3) Pada periode simpan 8 hari terjadi penurunan laju pertumbuhan (panjang tunas, jumlah daun, diameter tunas, jumlah ruas), namun penurunan pertumbuhan tidak bersifat permanen, karena mulai terjadi pemulihan yang terlihat pada peubah panjang ruas pada minggu ke 8.

Ucapan Terima Kasih

Pada Staf Unit Pengelola Benih Sumber, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, yang telah memfasilitasi dan membantu pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- Fazilla, N. S., Charoq, dan S. Rosita. 2014. Uji Daya Simpan dan Viabilitas Benih Karet (*Hevea brasiliensis* Muell-Arg.) Tanpa Cangkang terhadap Konsentrasi Larutan Osmotik dan Lama Pengeringan. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(3): 993-997.
- Hapsari, R. I. 2020. Pengaruh Jenis Media Simpan dan Lama Penyimpanan terhadap Pertumbuhan Setek Vanili (*Vanilla planifolia*) Tidak Berakar. Skripsi. Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Irawan, A. dan Y. Kafiari. 2015. Pemanfaatan *Cocopeat* dan Arang Sekam Padi sebagai

- Media Tanam Bibit Cempaka Wasian (*Elmerrilia ovalis*). Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon. 1(4): 805-808.
- Jung, J. Y. dan J. K. Yang. 2014. *The Suitability Evaluation of Lignocellulosic Substrate as Growing Media Substitutue*. Afric. J. of Bioech. 13(14): 1541-1549.
- Kartikawati, A. dan R. Rosman. 2018. Sirkuler Informasi Teknologi Tanaman Rempah dan Obat: Budidaya Vanili (*Vanilla planifolia*). Balittro. Bogor. 19 hal.
- Melati, D. Rusmin, dan Sukarman. 2006. Pengaruh Lama Penyimpanan Setek Berakar Terhadap Pertumbuhan Nilam (*Pogostemon cablin* Benth). Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 12(4): 135-139.
- Melati dan D. Rusmin. 2008. Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Mutu dan Pertumbuhan Setek Nilam Berakar (*Pogostemon cablin* Benth) Selama Penyimpanan. Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 14(1): 1-6
- Minh V. T., K. Mizuno, S. Funakawa, H. Shinjo, U. Tanaka, and L.V. An. 2015. Introduction of Vanilla to Mountainous Villages of Central Vietnam. Trop. Agr. Develop. 59(4):199 - 206,
- Puspitaningtyas, I., S. Anwar, dan Karno. 2018. Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Bibit Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.) dengan Invigorasi Menggunakan Zat Pengatur Tumbuh pada Periode Simpan yang Berbeda. Jurnal Agro Complex. 7(2): 148-154.
- Rahardjo, P. 2005. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Daya Tumbuh Bibit Kakao Cabutan. Pelita Perkebunan 2005, 21(2), 106 – 112
- Rahmatika, A., M. Z. Hasan, S. B. Bachtiar, dan L. R. Hasanah. 2018. Pemanfaatan Sekam Bakar dan Serabut Kelapa sebagai Media Tanam Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus*) dengan Perbedaan Intensitas Penyiraman Air Teh. Seminar Nasional IV. Hal. 201-206.
- Rosman, R. 2005. Status dan Pengembangan Panili di Indonesia. *Jurnal Perspektif*. 4(2): 43-54.
- Ruhnayat, A. 2004. Bertanam Panili Si Emas Hijau nan Wangi. Agromedia Pustaka. Jakarta. 51 hal.
- Rusmin, D., M. R. Suhartanto, S. Ilyas, D. Manohara, dan E. Widajati. 2015a. Pengaruh umur panen terhadap perubahan fisiologi dan viabilitas benih jahe putih besar selama penyimpanan. *Jurnal Littri* 21(1): 17-24.
- Rusmin, D., M. R. Suhartanto, S. Ilyas, D. Manohara, dan E. Widajati. 2015b. Mutu fisiologis rimpang benih jahe putih besar selama penyimpanan dengan pelapisan lilin dan aplikasi paclobutrazol. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat* 26 (1): 25-34.
- Saefudin dan E. Wardiana. 2015. Pengaruh Periode dan Media Penyimpanan Entres terhadap Keberhasilan Okulasi Hijau dan Kandungan Air Entres pada Tanaman Karet. Jurnal TIDP. 2(1): 13-20.
- Stern, W. L. and W. S. Judd. 1999. Comparative vegetative anatomy and systematics of Vanilla (Orchidaceae). *Botanical Journal of Linnean society*. 131: 353-382.
- Sudomo, A. 2012. Perkecambahan Benih Sengon (*Falcataria moluccana* (MIQ) Barneby dan J. W. Grimes) pada 4 Jenis Media. Prosding Sna Sains, Teknologi dan Kesehatan ISSN 2089-3582.
- Sukarman dan Melati. 2009. Pengaruh Umur Fisiologis Sulur dan Posisi Ruas terhadap Pertumbuhan Bibit Vanili Klon 1 dan 2 di Rumah Kaca. Bul. Littro. 20(2): 106-112.
- Udarno, L. dan E. Hadipoentyanti. 2009. Panili Budidaya dan Kerabat Liarnya. Pengembangan Tanaman Industri. 15(1): 27-28.
- Wahyuni, S., D. Rusmin, dan Melati. 2013. Pemberian Larutan Penyegar untuk Meningkatkan Daya Simpan Benih Setek Nilam. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Tanaman Atsiri. Hal. 60-65

Ruswandi, D. · J. Supriatna · E. Suryadi · N.P. Indriani · N. Wicaksana · M. Syafii · Y. Yuwariah

Evaluasi kegenjahan dan daya hasil jagung manis hibrida Indonesia menggunakan analisis GGE biplot pada lingkungan yang berbeda

Sari. Uji multilokasi merupakan fase yang penting dalam menyeleksi hibrida jagung yang stabil pada lingkungan yang luas dan menyeleksi hibrida superior untuk lokasi spesifik. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kegenjahan dan daya hasil hibrida Padjadjaran, serta menentukan interaksi genotip dengan lingkungan ($G \times E$), stabilitas, dan adaptabilitas karakter kegenjahan hibrida Padjadjaran di tiga lokasi selama dua musim yang berbeda di Jawa Barat. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan delapan belas perlakuan yang terdiri dari enam belas hibrida Padjadjaran dan dua kultivar cek. Percobaan dilaksanakan selama dua tahun berturut-turut yaitu tahun ke-1 (Maret sampai Juli, 2014) dan tahun ke-2 (Maret sampai Juli, 2015) di tiga lokasi di Jawa Barat, yaitu: Jatinangor - Sumedang, Lembang - Kabupaten Bandung Barat, dan Wanayasa - Kabupaten Purwakarta. Uji lanjut yang digunakan untuk mengetahui perbedaan nilai rerata kegenjahan dan daya hasil digunakan analisis *Duncan Multiple Range Test* (DMRT), sedangkan untuk menentukan interaksi $G \times E$, stabilitas, dan adaptabilitas menggunakan *Genotype plus Genotype x Environment* (GGE) biplot. Hasil memperlihatkan bahwa analisis GGE dapat menentukan interaksi $G \times E$, stabilitas, dan adaptabilitas jagung manis hibrida Indonesia di Jawa Barat secara akurat. Model GGE disarankan untuk dapat digunakan sebagai aplikasi analisis untuk pergiliran hibrida unggul di Indonesia oleh Kementerian Pertanian.

Kata kunci: Adaptabilitas · Interaksi $G \times E$, kegenjahan · Stabilitas

Short duration and yield potential evaluation in Indonesian sweetcorn hybrids using GGE biplot analysis at different environments

Abstract. Multi-environment testing is an important stage to select stable hybrid for broad environment and to select superior hybrid for a specific environment. To determine $G \times E$ (*Genotype x Environment*) interaction, stability and adaptability of Padjadjaran sweet corn in Indonesia, sixteen new Padjadjaran sweetcorn hybrids and two commercial hybrids were tested in three locations for two different seasons in West Java, Indonesia. Duncan multiple range was used to elaborate the difference between sweetcorn hybrids for short duration and yield, while Genotype plus Genotype x Environment (GGE) biplot analysis was used to determine $G \times E$ interaction, stability, and adaptability. Results showed that GGE analysis was accurately determined $G \times E$ interaction, stability, and adaptability of Indonesian sweet corn in West Java. The GGE model is suggested to implement as a tool for Ministry of Agriculture to release superior hybrid in Indonesia.

Keywords: Adaptability · $G \times E$ interaction · Short duration · Stability

Diterima : 25 Maret 2021, Disetujui : 22 Juli 2021, Dipublikasikan : 1 Agustus 2021

DOI: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i2.32748>

Ruswandi, D.¹ · J. Supriatna² · E. Suryadi³ · N.P. Indriani¹ · N. Wicaksana¹ · M. Syafii⁴ · Y. Yuwariah¹

¹ Universitas Padjadjaran, Fakultas Pertanian, Bandung-Indonesia,

² Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung,

³ Universitas Padjadjaran, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Bandung-Indonesia,

⁴ Universitas Singaperbangsa Karawang, Fakultas Pertanian, Karawang, Indonesia

Korespondensi: d.ruswandi@unpad.ac.id

Pendahuluan

Jagung manis merupakan komoditas pertanian yang strategis dikembangkan di Indonesia. Komoditas ini memiliki kandungan nutrisi yang lengkap seperti karbohidrat, protein, vitamin, dan beragam mineral penting lainnya (Ruswandi *et al.*, 2016; Silmi dan Chozin, 2013). Kebutuhan jagung manis semakin meningkat dari tahun ke tahun, namun belum diikuti oleh produksi yang mencukupi dan produktivitas masih rendah (Ruswandi *et al.*, 2016).

Produksi dan produktivitas jagung manis dapat ditingkatkan dengan penggunaan varietas hibrida berumur genjah, peningkatan produktivitas lahan, dan rotasi kultivar hibrida berumur genjah yang adaptif terhadap lokasi dan musim tanam (Ruswandi *et al.*, 2020). Kunci sukses dari strategi ini adalah adanya varietas hibrida jagung manis genjah yang berdaya hasil tinggi dan adaptif terhadap berbagai pola tanam dan musim.

Karakter kegenjahan merupakan salah satu karakter penting varietas jagung manis unggul di Jawa Barat, Indonesia. Karakter kegenjahan jagung dapat diamati berdasarkan umur anthesis malai (Ruswandi *et al.*, 2020). Jagung dengan kriteria umur sangat genjah memiliki umur anthesis kurang dari 38 hari setelah tanam (hst), kriteria umur sangat genjah hingga genjah berkisar antara 38-41 hst, kriteria umur genjah berkisar antara 41,1-44 hst, kriteria umur genjah hingga sedang berkisar antara 44,1-47 hst, kriteria umur sedang berkisar antara 47,1-50 hst, kriteria umur sedang hingga lambat antara 50,1-53 hst, kriteria umur lambat berkisar antara 53,1-56 hst, kriteria umur lambat hingga sangat lambat berkisar antara 56,1-59 hst dan kriteria umur sangat lambat yaitu lebih dari 59 hst.

Pada umumnya jagung manis ditanam di persawahan tadah hujan pada awal ataupun akhir musim hujan saat ketersediaan air tidak cukup untuk mengairi tanaman padi namun masih cukup untuk kebutuhan jagung. Karakter umur genjah merupakan karakter kompleks, poligenik, dan dipengaruhi lingkungan. Seleksi hibrida jagung manis berumur genjah hanya mungkin dilakukan bila tersedia informasi interaksi genotipe dengan lingkungan ($G \times E$) (Mace *et al.*, 2013; Ruswandi *et al.*, 2020).

Tahapan penting seleksi hibrida unggul di Indonesia adalah pengujian multilokasi.

Pengujian multilokasi dilakukan untuk mengkaji interaksi hibrida $\times$ lingkungan dan menyeleksi hibrida stabil pada berbagai lingkungan atau beradaptasi pada lingkungan spesifik (Balestre *et al.*, 2009). Yan *et al.* (2000) menjelaskan pentingnya identifikasi faktor penyebab interaksi $G \times E$ dalam menentukan tujuan pemuliaan, kondisi ideal pengujian, dan menentukan varietas regional yang memiliki adaptasi yang baik.

Terdapat beberapa metode statistik dalam menentukan stabilitas dan adaptabilitas varietas. Analisis AMMI (*Additive main effects and multiplicative interaction model*) adalah metode statistik multivariat yang digunakan untuk mengkaji interaksi $G \times E$ berdasarkan biplot (Aruna *et al.*, 2016). Yan *et al.* (2000) memodifikasi analisis AMMI menjadi GGE biplot (*Genotype and Genotype-Environment Interaction*) untuk mempelajari interaksi $G \times E$. Analisis GGE mengelompokkan efek genotipe yang merupakan efek aditif dalam analisis AMMI, bersama-sama dengan interaksi $G \times E$ dan menganalisis efek tersebut dengan komponen utama (*principal components*, PC). Keunggulan teknik ini dibandingkan analisis AMMI 1 dan AMMI2 *mega-environment* adalah biplot selalu menjelaskan proporsi tengah dari jumlah kuadrat genotipe + genotipe $\times$ lingkungan ($G + G \times E$). Hal ini menjadikan GGE biplot lebih akurat dibandingkan AMMI 1 dan lebih praktis dibandingkan AMMI 2 *mega-environment* (Rad *et al.*, 2013). Penggabungan efek genotipe tersebut merupakan strategi yang berguna dalam menyeleksi genotipe superior yang stabil dan produktif serta merekomendasikan genotipe spesifik lingkungan. Adapun tujuan studi ini adalah untuk mempelajari interaksi $G \times E$ dan stabilitas kegenjahan hibrida jagung manis di lokasi dan musim yang berbeda di Jawa Barat.

Bahan dan Metode

Percobaan dilaksanakan selama dua tahun berturut-turut, yaitu tahun ke-1 (Maret sampai Juli, 2014) dan tahun ke-2 (Maret sampai Juli, 2015) di tiga lokasi di Jawa Barat, yaitu: Jatinangor – Sumedang, dengan ketinggian 750 m di atas permukaan laut (dpl); Lembang-Kabupaten Bandung Barat (1200 m dpl); dan Wanayasa-Kabupaten Purwakarta (600 m dpl). Hibrida yang digunakan adalah enam belas

hibrida jagung manis Padjadjaran dan dua kultivar cek yaitu varietas Sweet Boy dan BISI Sweet. Materi genetik tersebut adalah: G1 (BS= BISI Sweet), G2 (SB= Sweet Boy), G3 (15 x 17), G4 (22 x 17), G5 (24 x 17), G6 (25 x 17), G7 (26 x 17), G8 (30 x 17), G9 (31 x 17), G10 (32 x 17), G11 (33 x 17), G12 (4 x 17), G13 (41 x 17), G14 (43 x 17), G15 (46 x 17), G16 (47 x 17), G17 (52 x 17), dan G18 (9 x 17). Materi genetik tersebut ditanam di tiga lokasi selama dua musim berdasarkan rancangan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Model linier untuk setiap lokasi pengujian mengikuti metode Hallauer *et al.* (2010). Karakter kegenjahan yang diamati adalah umur malai (hst), dengan menghitung jumlah hari dari waktu penanaman hingga polen pada tassel pecah pada 50% populasi genotype yang diuji. *Sampling* dilakukan pada setiap genotype sebanyak 10 sampel secara acak.

Berdasarkan pengujian F pada analisis varians tunggal, apabila menunjukkan perbedaan nyata maka karakter-karakter yang diamati memberikan variasi yang nyata setiap lokasinya. Homogenitas varians galat dari keenam lingkungan tumbuh (3 lokasi selama dua musim) diidentifikasi dengan uji Bartlett (Hallauer *et al.*, 2010). Apabila $\chi^2_{hit} > \chi^2_{tabel}$ maka galat tidak homogen dan pengujian dilakukan terpisah, tetapi bila $\chi^2_{hit} < \chi^2_{tabel}$ maka varians galat adalah homogen sehingga dapat dilakukan uji gabungan (Hallauer *et al.*, 2010). Analisis gabungan didasarkan model analisis yang dideskripsikan oleh Hallauer *et al.*, (2010). Berdasarkan model linier tersebut disusun tabel analisis varians gabungan. Pengujian F yang menunjukkan perbedaan nyata diantara nilai rerata pengamatan (nilai F hitung lebih besar dari $F_{0,05}$) maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Analisis GGE biplot dinyatakan sebagai:

$$Y_{ij} - \beta_j = \alpha_1 \varepsilon_{i1} \eta_{j1} + \alpha_2 \varepsilon_{i2} \eta_{j2} + \varepsilon_{ij}$$

dimana Y_{ij} adalah nilai genotype kombinasi (galur murni ataupun hibrida F1) antara galur ke i dan tester ke j untuk karakter yang diuji; β_j rerata nilai semua kombinasi dengan tester ke j , α_1 dan α_2 adalah nilai tunggal untuk PC1 dan PC2. ε_{i1} dan ε_{i2} adalah eigen vektor PC1 dan PC2 untuk galur ke i (entry); η_{j1} dan η_{j2} adalah

eigen vektor PC1 dan PC2 untuk tester ke j ; ε_{ij} adalah sisaan model untuk galur ke i dan tester ke j (Hoyos-Villegas *et al.*, 2016). Nilai PC kemudian diekstrak dan dianalisis kebermaknaannya berdasarkan metode Kaya *et al.* (2002) yang dimodifikasi. Jika komponen *Interaction Principal Component Analysis* (IPCA) yang bermakna adalah IPCA-1, maka model yang berlaku adalah GGE-1. Tetapi bila komponen IPCA-1 dan IPCA-2 bermakna, maka model yang berlaku adalah GGE-2. Sedangkan bila tidak satupun komponen IPCA yang bermakna, maka model yang berlaku adalah GGE-0. Interpretasi hasil analisis GGE didasarkan pada grafik biplot yang dikonstruksi dari nilai rata-rata dan nilai skor IPCA atau antar nilai skor IPCA. Analisis varians gabungan, analisis model GGE, dan GGE biplot dilakukan dengan bantuan software PB Tools yang dikembangkan oleh International Rice Research Institute (2016) dan tersedia di www.bbi.irri.org.

Hasil dan Pembahasan

Delapan belas hibrida yang diuji pada tiga lokasi selama dua musim memperlihatkan penampilan hasil yang berbeda sebagaimana yang ditunjukkan oleh rentang dan nilai rata-ratanya yang bervariasi (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kondisi optimal bagi pertumbuhan hibrida-hibrida tersebut pada ke-6 lingkungan tumbuh yang berbeda yang ditunjukkan oleh rentang dan nilai rata-ratanya yang bervariasi (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kondisi optimal bagi pertumbuhan hibrida-hibrida tersebut pada ke-6 lingkungan tumbuh yang berbeda.

Tabel 1. Kisaran, rerata, dan standar deviasi untuk kegenjahan pada hibrida jagung manis Indonesia di Jawa Barat

Lokasi	Umur Malai (Hari Setelah Tanam)	
	Kisaran	Rerata ± Standar Deviasi
Jatinangor, Musim 1 (E1)	60 - 74	66,44 ± 3,68
Jatinangor, Musim 2 (E2)	57 - 70	65,54 ± 2,23
Lembang, Musim 1 (E3)	76 - 78	76,07 ± 0,33
Lembang, Musim 2 (E4)	69 - 83	75,22 ± 3,33
Wanayasa, Musim 1 (E5)	56 - 67	63,00 ± 1,43
Wanayasa, Musim 2 (E6)	57 - 66	62,46 ± 2,06

Tabel 2. Analisis varian gabungan kegenjahan hibrida jagung manis Indonesia.

Sumber Variasi	DB	Umur Malai
		Kuadrat Nilai Tengah
Lingkungan (E)	5	1780.5679**
Hibrida (G)	17	25.0189**
Hibrida x lingkungan (G x E)	85	10.9705**
Error	204	4.2542

Keterangan: ** dan * masing-masing adalah berbeda nyata pada tingkat kemungkinan 0,01 dan 0,05, ns adalah tidak berbeda nyata, DB adalah derajat bebas.

Berdasarkan analisis gabungan diketahui interaksi genotipe dengan lingkungan tumbuh untuk karakter kegenjahan (Tabel 2). Interaksi tersebut mencakup interaksi genotipe dengan musim dan lokasi. Karakter kegenjahan seperti munculnya tongkol dan malai pada jagung manis sangat penting, karena semakin cepat muncul tongkol maka serbuk sari bunga jantan akan segera menyerbuki, dengan demikian tongkol segera terisi penuh dan semakin cepat pula waktu panen. Waktu panen pada jagung

manis dapat dimulai dari 18 – 24 hari setelah penyerbukan tongkol oleh serbuk sari (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Munculnya tongkol dan malai jagung manis dipengaruhi oleh faktor temperatur. Jagung manis merupakan tanaman hari pendek yang pembungaannya tergantung pada penyinaran dan temperatur, apabila mendapatkan penyinaran dan temperatur optimum maka munculnya tongkol dan penyebaran serbuk sari juga akan optimum (Hallauer dan Carena, 2009). Subandi *et al.* (2003) menjelaskan bahwa kegenjahan, yang ditandai munculnya tongkol, dipengaruhi oleh temperatur optimum 24 – 30 °C. Perbedaan ketinggian tempat menyebabkan perbedaan suhu sehingga menyebabkan perbedaan umur tanaman (Nurmala *et al.*, 2015).

Interaksi genotipe dengan lingkungan yang nyata pada karakter kegenjahan seperti munculnya malai ditampilkan pada Tabel 2. Analisis Varians gabungan menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara hibrida (G) dengan lingkungan (E). Nilai rerata kegenjahan untuk setiap lingkungan dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan nilai rerata daya hasil untuk setiap lingkungan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Nilai rerata kegenjahan (hst) pada hibrida jagung manis di Jawa Barat

Hibrida	E1	E2	E3	E4	E5	E6
(G1)BS	66.33 cde	64.67 ab	76.00 b	73.67 ab	59.67 b	63.00 a
(G2) SB	64.33 def	62.33 b	76.00 b	70.33 b	63.33 a	58.00 b
(G3) SR15 x SR17	62.67 ef	66.67 a	76.00 b	74.33 ab	63.67 a	63.00 a
(G4) SR22 x SR17	68.00 bcd	65.67 ab	76.00 b	78.33 a	62.67 a	63.67 a
(G5) SR24 x SR17	67.33 bcde	65.33 ab	76.00 b	76.00 ab	63.33 a	63.33 a
(G6) SR25 x SR17	64.33 def	62.33 b	76.00 b	76.00 ab	62.67 a	62.67 a
(G7) SR26 x SR17	71.33 ab	66.33 a	76.67 a	77.67 a	64.67 a	62.67 a
(G8) SR30 x SR17	66.00 cde	66.33 a	76.00 b	74.00 ab	62.67 a	62.33 a
(G9) SR31 x SR17	61.00 f	64.00 ab	76.00 b	76.33 ab	63.00 a	63.33 a
(G10) SR32 x SR17	68.33 bcd	67.00 a	76.67 a	74.67 ab	63.33 a	62.00 a
(G11) SR33 x SR17	67.00 bcde	65.33 ab	76.00 b	75.67 ab	62.67 a	62.67 a
(G12) SR4 x SR17	65.33 def	67.33 a	76.00 b	76.67 ab	63.67 a	62.33 a
(G13) SR41 x SR17	62.67 ef	64.33 ab	76.00 b	76.00 ab	62.67 a	61.00 ab
(G14) SR43 x SR17	68.00 bcd	67.33 a	76.00 b	76.00 ab	63.33 a	63.33 a
(G15) SR46 x SR17	70.67 abc	66.00 ab	76.00 b	75.00 ab	64.00 a	63.00 a
(G16) SR47 x SR17	65.00 def	66.67 a	76.00 b	75.00 ab	63.00 a	61.33 ab
(G17) SR52 x SR17	64.67 def	66.67 a	76.00 b	76.33 ab	63.33 a	63.67 a
(G18) SR9 x SR17	73.00 a	65.33 ab	76.00 b	72.00 ab	62.33 a	63.00 a

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

Tabel 4. Nilai rerata hasil (t ha⁻¹) pada hibrida jagung manis di Jawa Barat

Genotype	E1		E2		E3		E4		E5		E6	
(G1)BS	9.96	ef	14.46	a	10.75	c	6.87	a	7.91	f	11.91	a
(G2) SB	17.56	ab	11.85	a	17.75	a	6.33	a	20.73	a	9.81	a
(G3) SR15 x SR17	14.79	abcd	13.37	a	11.63	bc	9.10	a	14.10	bcd	10.87	a
(G4) SR22 x SR17	11.66	cdef	12.59	a	11.71	bc	7.94	a	15.46	bcd	10.52	a
(G5) SR24 x SR17	17.71	a	14.01	a	13.52	abc	8.23	a	16.53	b	11.33	a
(G6) SR25 x SR17	11.45	cdef	12.28	a	14.61	abc	8.25	a	17.00	b	9.13	a
(G7) SR26 x SR17	15.15	abc	12.86	a	13.35	abc	8.44	a	9.76	ef	10.22	a
(G8) SR30 x SR17	11.66	cdef	12.19	a	12.42	bc	8.54	a	15.31	bcd	11.08	a
(G9) SR31 x SR17	13.51	cde	13.63	a	13.99	abc	8.98	a	15.32	bcd	10.09	a
(G10) SR32 x SR17	12.87	cde	11.38	a	12.29	bc	8.77	a	15.34	bcd	11.42	a
(G11) SR33 x SR17	13.72	cde	14.85	a	12.21	bc	9.10	a	12.39	de	11.76	a
(G12) SR4 x SR17	14.72	abcd	10.60	a	14.69	abc	6.90	a	15.43	bcd	9.61	a
(G13) SR41 x SR17	14.86	abcd	11.71	a	13.48	abc	5.51	a	12.66	cde	10.42	a
(G14) SR43 x SR17	8.53	f	14.96	a	14.40	abc	6.90	a	15.34	bcd	9.80	a
(G15) SR46 x SR17	13.79	bcde	13.05	a	12.80	bc	6.55	a	13.97	bcd	10.64	a
(G16) SR47 x SR17	10.67	ef	13.21	a	12.41	bc	8.31	a	15.97	b	9.23	a
(G17) SR52 x SR17	11.09	def	11.78	a	12.36	bc	8.27	a	14.06	bcd	11.47	a
(G18) SR9 x SR17	11.31	cdef	12.29	a	15.43	ab	7.52	a	16.04	b	9.38	a

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

Interaksi G x E disebabkan adanya pengaruh faktor lingkungan yang berbeda. Faktor lingkungan sebagai komponen utama interaksi bisa berupa faktor lokasi, faktor musim, ataupun interaksi antar faktor lokasi dengan musim. Faktor tersebut mengakibatkan munculnya tongkol dan malai yang berbeda pada setiap lingkungan tumbuh. Hal ini menunjukkan bahwa hibrida-hibrida yang diuji memiliki respon yang berbeda terhadap lingkungan tumbuh dan berdasarkan karakter tersebut dapat dikembangkan kultivar hibrida berumur genjah yang spesifik lingkungan. Studi yang dilakukan beberapa peneliti juga mendukung adanya interaksi genotipe x lingkungan (lokasi). Beberapa penelitian seperti Kuchanur *et al.* (2001) pada pengujian stress air pada jagung hibrida, Badu-Apraku *et al.* (2013) pada pengujian hibrida jagung 3 waktu pengembangan di 13 lokasi Afrika Barat, Ndhlela *et al.* (2014) pada pengujian hibrida jagung toleran kekeringan pada 7 lokasi Zimbabwe, dan Chimonyo *et al.* (2014) pada jagung bersari bebas di 5 lokasi Afrika Selatan selama 3 tahun, mengungkapkan dengan jelas adanya interaksi yang nyata antara genotipe dengan lingkungan. Ruswandi *et al.* (2008) melaporkan adanya interaksi genotipe dengan lingkungan pada sebelas *field corn* yang diuji multilokasi pada delapan lingkungan di Indonesia. Ruswandi *et al.* (2020) juga

mendeskripsikan pentingnya interaksi G x E dalam seleksi hasil hibrida jagung manis di Indonesia. Walaupun interaksi genotipe dengan lingkungan menyebabkan tidak konsistennya hasil pada setiap lingkungan, namun pada kondisi tertentu, tanaman memiliki kemampuan untuk meminimalkan pengaruh lingkungan yang tidak menguntungkan, sekaligus memaksimalkan pengaruh lingkungan yang menguntungkan.

Tabel 5. Analisis GGE biplot untuk kegenjahan hibrida jagung manis Indonesia di Jawa Barat.

Sumber Variasi	DB	Muncul Malai		
		Kuadrat nilai tengah	%	Akumulasi
PC1	21	37.7980**	58.5	58.5
PC2	19	15.4162**	21.6	80.1
PC3	17	7.5318*	9.4	89.5
PC4	15	6.0971ns	6.7	96.2
PC5	13	2.6022ns	2.5	98.7
PC6	11	1.6108ns	1.3	100.0

Keterangan: ** dan * masing-masing adalah berbeda nyata pada tingkat kemungkinan 0,01 dan 0,05, ns adalah tidak berbeda nyata, DB adalah derajat bebas.

Pengaruh utama IPCA 1 terhadap interaksi G x E tersaji pada Gambar 1 dan Tabel 5. Interaksi bilinear pertama dari analisis GGE dianalisis berdasarkan interaksi G x E, dihitung

dari jumlah kuadrat interaksi genotipe x lingkungan (lokasi) dengan nilai bilinear pertama (IPCA-1) sebesar 58,50%; 21,60% oleh komponen IPCA-2; dan 9,40% oleh IPCA-3. Berdasarkan Tabel 3, model GGE yang berlaku untuk membentuk biplot GGE adalah GGE-2.

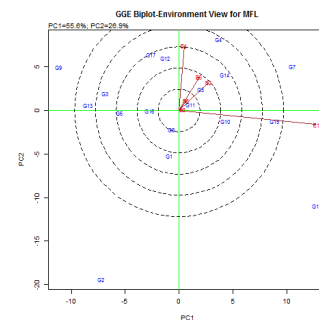
Berdasarkan hasil Tabel 5 terungkap nilai jumlah kuadrat IPCA-1 dan IPCA-2 yang berbeda nyata untuk kegenjahan, berturut-turut dengan nilai akumulasi 58,5% dan 80,1%.

Nilai IPCA pengaruh hibrida pada analisis GGE mengindikasikan kestabilan hibrida pada lingkungan (lokasi) tertentu. Model GGE biplot digunakan untuk menyeleksi dan mengidentifikasi genotipe potensial berdaya hasil tinggi dan adaptif terhadap lingkungan (Yan *et al.*, 2000). Para pemulia yang telah memanfaatkan model GGE biplot diantaranya adalah Balestre *et al.* (2009), Tonk *et al.* (2011), dan Shiri (2013) pada jagung; Rao *et al.* (2011) pada sorghum; Farshadfar *et al.* (2011) pada chickpea; Mustamu *et al.* (2018) pada ubi jalar; dan Ruswandi *et al.* (2020) pada jagung manis.

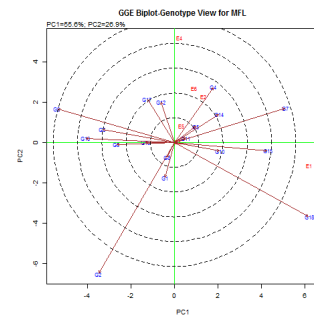
Analisis GGE biplot kegenjahan hibrida jagung manis di Jawa Barat disajikan pada Tabel 5. Model GGE biplot digunakan untuk menganalisis respon genotipe pada 6 lingkungan yaitu Jatinangor musim 1 (E1) dan musim 2 (E2), Lembang musim 1 (E3) dan musim 2 (E4) dan Wanayasa musim 1 (E5) dan musim 2 (E6). Visualisasi genotipe dan lingkungan dan hubungan antara keduanya tersaji pada Gambar 1.

Terdapat 3 kemungkinan hasil analisis biplot GGE, yaitu: (i) hibrida yang diuji berpenampilan lebih baik dari nilai rata-rata hibrida pada satu lingkungan bila perbandingan genotipe (G) dan lingkungan (E) menghasilkan vektor dengan sudut lebih kecil dari 90°, (ii) bila sudut perbandingan G dan E yang dihasilkan lebih besar dari 90° maka penampilan hibrida yang diuji lebih kecil dari pada rerata hibrida, dan (iii) bila G dan E membentuk sudut sama dengan 90°, maka penampilan hibrida sama dengan rerata hibrida pada lingkungan tersebut. Hasil analisis biplot GGE untuk interaksi G x E dan adaptasi kegenjahan sejumlah hibrida di ketiga lokasi pengujian pada dua musim yang berbeda dipresentasikan pada Gambar 1a dan 1b. G15 (SR 46 x SR 17) dan G10 (SR 32 x SR 17) beradaptasi di Jatinangor E1, sedangkan hibrida G5 (SR 24 x SR 17) dan G14 (SR 43 x SR 17) beradaptasi di Jatinangor E2, Wanayasa E6 dan E5, dan Lembang

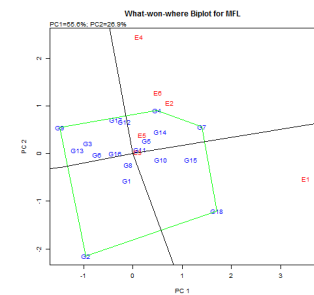
E3. Adapun hibrida G4 (SR 22 x SR 17) beradaptasi di Lembang E4.



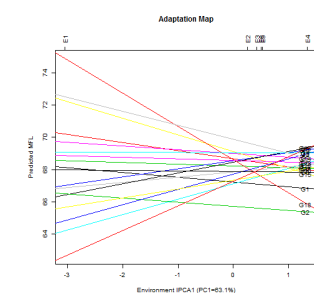
(1a)



(1b)



(1c)



(1d)

Gambar 1: (a). Biplot GGE kegenjahan terhadap lingkungan; (b). Biplot GGE kegenjahan terhadap genotipe; (c). Biplot GGE 'what won where'; (d). Peta adaptasi kegenjahan hibrida jagung manis. G1 (BS= Bisi sweet), G2 (SB= Sweet Boy), G3 (15 x 17), G4 (22 x 17), G5 (24 x 17), G6 (25 x 17), G7 (26 x 17), G8 (30 x 17), G9 (31 x 17), G10 (32 x 17), G11 (33 x 17), G12 (4 x 17), G13 (41 x 17), G14 (43 x 17), G15 (46 x 17), G16 (47 x 17), G17 (52 x 17), dan G18 (9 x 17).

Biplot GGE pada Gambar 1a dan 1d dapat juga digunakan untuk mengidentifikasi kontribusi hibrida relatif terhadap G atau interaksi G x E berdasarkan jarak vektor yang dibentuk genotipe tersebut. Bila suatu hibrida berpenampilan biasa saja pada setiap lingkungan, maka hibrida tersebut berkontribusi nol terhadap G atau interaksi G x E. Hibrida yang memiliki jarak vektor terjauh dari titik asal memberikan kontribusi terhadap G atau interaksi G. Terdapat beberapa vektor dengan jarak yang jauh dari titik nol baik yang melebihi rata-rata ataupun kurang dari rata-rata. Vektor hibrida terjauh adalah G18 yang menandakan bahwa hibrida ini yang paling genjah disemua lingkungan. Sedangkan hibrida G9 merupakan vektor terjauh pada arah berlawanan, menandakan hibrida dengan umur yang paling dalam pada semua lingkungan pengujian. Hibrida G18 merupakan hibrida yang memiliki umur genjah yang dinyatakan dengan umur munculnya malai pada ketiga lokasi pengujian pada dua musim tanam yang berbeda, kecuali di E1. Vektor terjauh pada arah berlawanan adalah hibrida G9 yang memperlihatkan umur dalam di semua lingkungan pengujian kecuali berumur genjah di E1. Sudut yang dibentuk antara vektor genotipe dan kordinat rerata lingkungan (*average environment coordinate*, AEC) adalah indikator G atau interaksi G x E suatu genotipe. Sudut 90° terhadap AEC menandakan efek G x E. Sebagai contoh, hibrida G12 adalah genotipe yang responnya disebabkan oleh interaksi G x E (Gambar 1a dan 1b).

Biplot "*which-won-where*" ditampilkan pada Gambar 1c. Biplot poligon ini disusun oleh kumpulan vektor genotipe terjauh dari asal (persimpangan nol dari sumbu x dan y). Setiap vektor genotipe terjauh tersebut dihubungkan oleh garis lurus membentuk sebuah poligon. Menurut Chimonyo *et al.* (2014) dan Hayos-Villegas *et al.* (2016) suatu genotipe berpenampilan baik bila terletak pada sektor tempat berkumpulnya lingkungan pada vektor genotipe terjauh dalam suatu poligon, sedangkan genotipe terbaik adalah genotipe yang terletak tepat pada garis lurus sektor ini. Sebaliknya, suatu genotipe tidak akan berpenampilan baik apabila tidak terdapat lingkungan dalam sektor tersebut, genotipe berpenampilan terjelek adalah genotipe yang terletak tepat pada garis lurus sektor tersebut. Gambar biplot 1 c dibagi menjadi empat sektor, dengan lingkungan E2, E4, E5, dan E6 terletak

pada sektor kanan atas, sedangkan lingkungan E1 dan E3 terdapat pada sektor kanan bawah. Hibrida G4, G5, G7, G11 dan G14 berada pada sektor kanan atas, dengan hibrida G4 dan G7 merupakan hibrida genjah terbaik. Sedangkan hibrida G10, G15, dan G18 berada pada sektor kanan bawah dengan hibrida G18 sebagai hibrida genjah terbaik. Hibrida- hibrida tersebut juga memiliki daya hasil yang tinggi seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.

Kesimpulan

Biplot GGE merupakan metode analisis yang akurat dalam menentukan interaksi G x E, stabilitas dan adaptabilitas kegenjahan hibrida jagung manis. Hibrida-hibrida yang diuji memiliki respons yang berbeda pada ke-6 lingkungan tumbuh. Hibrida G4 dan G7 merupakan hibrida genjah yang beradaptasi terbaik pada lingkungan E2, E4, E5, dan E6, sedangkan hibrida G18 merupakan hibrida genjah yang beradaptasi terbaik pada lingkungan E1 dan E3. Berdasarkan informasi tersebut dapat disimpulkan bahwa hibrida G4, G7 dan G18 memiliki karakteristik berumur genjah yang spesifik lingkungan serta memiliki daya hasil yang tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Tim peneliti menyampaikan ucapan terima kasih pada Kementrian Pendidikan Tinggi dan Riset Teknologi Republik Indonesia dan Universitas Padjadjaran yang telah membiayai penelitian dan penerbitan artikel ini melalui skema Hibah Kompetensi 2015-2017 dan Riset Kompetensi Dasar Unpad 2019-2020 yang diberikan pada Dedi Ruswandi.

Daftar Pustaka

- Aruna, C., S. Rakshit, P. K. Shrotria, S. K. Pahuja, S. K. Jain, S. S. Kumar, N. D. Modi, D. T. Deshmukh, R. Kapoor, and J. V. Patil. 2016. Assessing genotype-by-environment interaction and trait associations in forage sorghum using GGE biplot analysis. *The Journal of Agricultural Science*. 154(1): 73-86

- Badu-Apraku, B., M. Oyekunle, A. Menkir, K. Obeng-Antwi, C. G. Yallou, I. S. Usman, and H. Alidu. 2013. Comparative performance of early-maturing maize cultivars developed in three eras under drought stress and well-watered environment in West Africa. *Crop Sci.* 53:1298-1311.
- Balestre, M., J. C. de Souza, R. G. Von Pinho, R. L. de Oliveira, J. M. V. Paes. 2009. Yield stability and adaptability of maize hybrids based on GGE biplot analysis characteristics. *Crop Breeding and Applied Biotechnology.* 9: 219-228
- Chimonyo, V. G. P, C. S. Mutengwa, and C. Chiduza. 2014. Genotype x environment interaction and yield stability of stress-tolerant open-pollinated maize varieties in the Eastern Cape province, South Africa. *South African journal of Plant and Soil.* 31(2): 61-68.
- Farshadfar, E., H. Zali, and R. Mohammadi. 2011. Evaluation of phenotypic stability in chickpea genotypes using GGE-Biplot. *Annals of Biological Research.* 2 (6):282-292.
- Hallauer, A. R. and M. J. Carena. 2009. Maize Breeding. P.3-98. In *Hand Book of Plant Breeding, Cereals.* M.J. Carena (ed.). Springer-New York-Dordrecht-Heidelberg-London.
- Hallauer, A. R., M. J. Carena, and J. B. Miranda-Filho. 2010. *Quantitative Genetics in Maize Breeding.* Springer- New York-Dordrecht-Heidelberg-London.
- Hoyos-Villegas, V., E. M. Wright, and J. D. Kelly. 2016. GGE biplot analysis of yield association with root traits in a Mesoamerican bean diversity panel. *Crop Sci.* 56: 1081-1094.
- International Rice Research Institute. 2016. *Plant Breeding Tools. User's Manual.* Biometrics and Breeding Informatics. Plant Breeding, Genetics and Biotechnology Division
- Kaya, Y., C. Palta, and S. Taner. 2002. Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield performances in bread wheat genotypes across environments. *Turk J. Agric. For.* 26: 275-279.
- Kuchanur, P. H., P. M. Salimath, M. C. Wali, and C. Hiremath. 2015. GGE biplot analysis for grain yield of single cross maize hybrids under stress and non-stress conditions. *Indian J. Genet.* 75(4):514-517.
- Mace, E. S., C. H. Hunt, and D. R. Jordan. 2013. Supermodels: sorghum and maize provide mutual insight into the genetics of flowering time. *Theor Appl Genet* 126: 1377-1395. <https://doi.org/10.1007/s00122-013-2059-z>
- 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.
- Ndhlela, T., L. Herselman, C. Magorokosho, P. Setimela, C. Mutimaamba, and M. Labuschagne. 2014. Genotype x environment interaction of maize grain yield using AMMI biplots. *Crop Sci.* 54:1992-1999.
- Nurmala, T., A.W. Irwan, A. Wahyudin, dan F.Y. Wicaksono. 2015. *Agronomi Tropis.* Penerbit Giratuna. Bandung.
- Rad, N. M. R., M. A. Kadir, M. Y. Rafii, H. Z. E. Jaafar, M. R. Naghavi, and F. Ahmadi. 2013. Genotype x environment interaction by AMMI and GGE biplot analysis in three consecutive generations of wheat (*Triticum aestivum*) under normal and drought stress conditions. *AJCS.* 7(7): 956-961.
- Rao, P. S, B. Rathore, B. V. S. Reddy, and S. Panvar. 2011. Application GGE biplot and AMMI model to evaluate sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) hybrids for genotype x environment interaction and seasonal adaptation. *Indian Journal of Agricultural Sciences.* 81(5): 438-44.
- Rubatzky, V. E. dan M. Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia: Prinsip, Produksi, dan Gizi jilid 1.* Penerbit ITB. Bandung.
- Ruswandi, D., E. P. Anggia, E. Suryadi, S. Ruswandi, and N. Rostini. 2008. Seleksi hibrida jagung DR unpad berdasarkan stabilitas dan adaptabilitas hasil di delapan lokasi di Indonesia. *Zuriat.* 19 (1): 71-85.
- Ruswandi, D., J. Supriatna, N. Rostini, and E. Suryadi. 2016. Assessment of sweetcorn hybrids under sweetcorn/chilli pepper intercropping in West Java, Indonesia. *J. Agron.* 15: 94-103.
- Ruswandi, D., Y. Yuwariah, M. Ariyanti, M. Syafii, and A. Nuraini. 2020. Stability and adaptability of yield among earliness sweet corn hybrids in West Java, Indonesia. *International Journal of Agronomy* 2020, 9 pages, <https://doi.org/10.1155/20202/4341906>

- Shiri, M. R. 2013. Grain yield stability analysis of maize (*Zea mays* L.) hybrids in different drought stress conditions using GGE biplot analysis. *Crop Breeding Journal* 3(2): 107-112.
- Silmi, F. dan M.A. Chozin. 2014. Pemanfaatan biomulsa kacang hias (*Arachis pinto*) pada budidaya jagung manis (*Zea mays* ssp. *saccharata* Strut.) di lahan kering. *J. Hort. Indonesia*. 5(1): 1-9
- Subandi, S. Saenong, Zubachtirodin, dan F. Kasim. 2003. Perkembangan Penelitian Jagung di Indonesia. Makalah dalam Lokakarya Bioteknologi Dalam Pemuliaan Tanaman di Bandung.
- Tonk, F. A., E. Ilker, and M. Tosun. 2011. Evaluation of genotype x environment interactions in maize hybrids using GGE biplot analysis. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 11: 1-9
- Yan, W., L. A. Hunt, Q. Sheng, and Z. Szlavnick. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci.* 40: 597-605.

Soleh, M.A. · T.A Sirait · M. Ariyanti · S. Rosniawaty

Respons fisiologis dan agronomis bibit kopi pada kerapatan naungan yang berbeda

Sari Tanaman kopi seringkali dibudidayakan di areal hutan, dimana terdapat tanaman tahunan seperti pepohonan yang terus tumbuh sehingga menurunkan intensitas cahaya yang jatuh ke tanaman kopi. Hal ini menjadi masalah bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi yang dinaungi pohon tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menguji fisiologis dan agronomis dua kultivar kopi dalam intensitas naungan yang berbeda untuk mendapatkan informasi kultivar kopi yang terbaik. Percobaan dilaksanakan dari bulan Maret hingga Juni 2020 di Kebun Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. Percobaan menggunakan Rancangan Petak Terbagi (*Split plot*) dengan dua faktor dan diulang sebanyak tiga kali. Taraf dari *main plot* adalah tanpa naungan, naungan paranet 50%, 60%, 70%, dan 80%, sedangkan taraf dari sub plot adalah kultivar Lini S 795 dan Sigararutang. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat pengaruh interaksi antara naungan dan kultivar. Penggunaan naungan 70% memberikan pengaruh terbaik terhadap tinggi bibit kopi dan suhu daun, serta kultivar Lini S 975 memberikan pengaruh terbaik terhadap tinggi bibit kopi, luas daun, indeks klorofil, klorofil fluoresens dan suhu daun.

Kata kunci: Kopi · Lini S 795 · Klorofil fluorescence · Sigararutang

Physiological and agronomical responses of coffee seedlings under different shade densities

Abstract. Cultivation of coffee tree in forest areas, where the wooden trees grew previously, it will be causing in decreasing of light intensity that is falling into the ground as long as trees canopy development leading to shade of coffee trees, this is affecting coffee tree growth and development. The objective of this study was to evaluate physiologically and agronomically of two coffee seedling cultivars under net shading densities. The experiment was conducted at Ciparanje Experimental Station, Faculty of Agriculture, Padjadjaran University, Jatinangor, Sumedang, West Java, from March to June 2020. Experimental design used in this research was split plot with two factors and three replications. The main plot was the shading densities which consisted of five levels, namely without shade 0%, net shade 50%, 60%, 70%, and 80%. The subplot was the coffee cultivars, consisted of two levels, namely Lini S 795 cultivar and Sigararutang. All parameters was not indicated any interaction. The results showed that the 70% shade gave the best effect on plant height and leaf temperature. Lini S 795 cultivar gave the best effect on plant height, leaf area, chlorophyll index, chlorophyll fluorescence, and leaf temperature.

Keywords: Coffee · Chlorophyll fluorescence · Lini S 795 · Net shading · Sigararutang

Diterima : 4 Juni 2021, Disetujui : 28 Juli 2021, Dipublikasikan : 1 Agustus 2021
DOI: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i2.32882>

Soleh, M.A.¹ · T.A Sirait² · M. Ariyanti¹ · S. Rosniawaty¹

¹Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran,

²Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.

Korespondensi: m.ariet@unpad.ac.id

Pendahuluan

Kopi merupakan salah satu komoditas sektor perkebunan yang memiliki peran penting bagi perekonomian negara. Indonesia merupakan produsen kopi terbesar keempat di dunia setelah negara Brazil, Vietnam, dan Kolombia (Sekretariat Jendral Perkebunan, 2016). Volume ekspor kopi Indonesia meningkat pada tahun 2012 sebesar 448.591 ton dengan total nilai sebesar US\$ 1.249.520 menjadi 467.800 ton dengan total nilai sebesar US\$ 1.187.157 pada tahun 2017, demikian juga dengan total luas areal lahan dari tahun 2012 seluas 1.235.289 ha meningkat sebanyak 1.251.703 ha pada tahun 2017 (Badan Pusat Statistik, 2018).

Pada tahun 2012, produktivitas kopi di Indonesia mencapai 761 kg/ha dan menurun di tahun 2017 menjadi 704 kg/ha (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2018). Sebagian besar lahan kopi diusahakan oleh perkebunan rakyat yaitu sekitar 96,25%. Lahan kopi rakyat, khususnya di Jawa Barat, sebagian besar menempati areal Perhutani dengan menjadikan kopi sebagai tanaman sela dari tanaman pokok kehutanan. Menurut data statistik Kopi Perum Perhutani Jawa Barat tahun 2019, luas pertanaman kopi di kawasan Perhutani mencapai sekitar 11.273 hektar. Penanaman kopi di lahan hutan menjadi kolaborasi antara petani dengan pihak Perhutani sehingga hutan dapat terjaga dengan baik dan petani mendapatkan hasil dari panen kopi (Dishut Jabar, 2019).

Permasalahan yang sering timbul pada budidaya kopi adalah semakin menurunnya intensitas cahaya matahari yang diterima tanaman kopi karena pertumbuhan kanopi tanaman penaung yang semakin melebar sehingga menghalangi cahaya jatuh ke bawah tanah. Namun, hal ini belum diteliti lebih lanjut apakah penaungan tersebut berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman kopi muda (TBM) atau bahkan berpengaruh terhadap produksi tanaman menghasilkan (TM).

Meskipun tanaman kopi merupakan tanaman *shade plant*, namun penaungan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menurunkan produktivitas tanaman. Hasil penelitian Muliasari *et al.* (2016) menunjukkan bahwa naungan sebesar 74% menghasilkan pertumbuhan kopi arabika lebih baik, sedangkan hasil penelitian Bote *et al.* (2018) menunjukkan bahwa rasio luas daun pada

tanaman kopi arabika dengan tingkat radiasi 30% berbeda nyata dibanding dengan tingkat radiasi 70% dan 100%. Hal ini menunjukkan perbedaan intensitas radiasi matahari akan memberikan pengaruh yang berbeda pada pertumbuhan tanaman kopi.

Saat ini informasi respons fisiologis tanaman kopi terhadap intensitas naungan masih sangat terbatas sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Untuk lebih menjelaskan respons tanaman kopi terhadap perbedaan intensitas cahaya, maka perlu dilakukan penelitian pengaruh beberapa intensitas naungan terhadap pertumbuhan bibit beberapa varietas kopi untuk mengevaluasi respons fisiologis, berupa klorofil fluoresens, temperatur tajuk, serta respons agronomis berupa tinggi tanaman, indeks klorofil, dan luas daun dari dua kultivar kopi berbeda, sehingga diperoleh informasi kultivar kopi yang lebih tahan terhadap naungan.

Bahan dan Metode

Percobaan ini dilakukan pada bulan Maret sampai Juni tahun 2020 di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. Lokasi percobaan terletak pada ketinggian ± 750 m di atas permukaan laut (dpl) yang termasuk dataran medium.

Bahan yang akan digunakan dalam percobaan ini adalah bibit kopi arabika kultivar Lini S 795 dan Sigararutang, *polybag* berukuran 15 cm x 25 cm, pupuk urea, SP-36, dan KCl. Alat yang digunakan dalam percobaan ini yaitu meteran, alat tulis, jangka sorong, *thermal imaging camera* (FLIR TG165), klorofilmeter (Apogee Instruments Inc), *fluorescence meter* (Hansatech Instrument), lux meter, higrometer, paranet dengan tingkat naungan 50%, 60%, 70% dan 80%, serta plastik transparan.

Percobaan ini menggunakan Rancangan Petak Terbagi atau *Split Plot Design*, yang terdiri dari petak utama (*main plot*) berupa naungan dan anak petak (*sub plot*) berupa kultivar bibit kopi. Perlakuan terdiri dari *main plot* dengan lima taraf perlakuan intensitas naungan dan *sub plot* dengan dua taraf perlakuan, sehingga terdapat 10 perlakuan yang diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 30 satuan percobaan. Taraf dari *main plot* adalah tanpa naungan, naungan paranet 50%, 60%, 70%, dan 80%,

sedangkan taraf dari sub plot adalah kultivar Lini S 795 dan Sigararutang. Setiap satuan percobaan ini terdiri dari tiga tanaman, sehingga jumlah total bibit tanaman kopi yang digunakan adalah 90 tanaman.

Berdasarkan rancangan analisis tersebut, maka disusun dalam tabel *analysis of varians* (ANOVA) yang dianalisis ragam menggunakan uji F pada taraf kepercayaan 95%, dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95% apabila terdapat perbedaan dalam perlakuan.

Pengamatan faktor fisiologis:

- a. Klorofil fluoresens (Fv/Fm), pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *fluorescence meter* (Hansatech Instrument) pada pagi hari (Baker *et al.*, 1989). Pengamatan dilakukan dengan mengukur daun paling atas dan dihitung pada umur 1, 6, 12 Minggu Setelah Perlakuan Naungan (MSP).
- b. Suhu daun, pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *thermal imaging camera* (FLIR TG165), serta pengamatan dilakukan setiap dua hari sekali.

Pengamatan faktor agronomis:

- a. Tinggi tanaman, diukur menggunakan meteran mulai dari pangkal batang sampai titik tumbuh tertinggi. Pengukuran tinggi dilakukan setiap dua minggu sekali yaitu 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 MSP. Pertambahan tinggi tanaman dihitung dengan cara mengurangkan nilai tinggi tanaman pada umur tertentu dengan nilai tinggi tanaman 0 MSP.
- b. Indeks klorofil daun dihitung dengan menggunakan alat klorofilmeter (*Apogee Instruments Inc*). Setiap sampel yang diambil merupakan daun terbesar pada setiap tanaman. Pengukuran dilakukan pada umur 1, 6, 12 MSP sehingga diketahui perbedaan indeks klorofil pada fase awal, pertengahan, dan akhir penelitian.
- c. Luas daun (cm²), dihitung dengan menggunakan cara memfoto daun pada kertas putih kemudian dihitung dengan bantuan aplikasi ImageJ (Glozer, 2008). Pengamatan dilakukan pada awal (0 MSP) dan akhir percobaan (12 MSP).

Hasil dan Pembahasan

Semua parameter pengamatan tidak memperlihatkan adanya interaksi antara kultivar dan intensitas naungan. Pengaruh mandiri

memperlihatkan hasil pengamatan parameter klorofil fluoresens (Fv/Fm) menunjukkan naungan 80% pada awal tanaman, yaitu 1 MSP, dapat menurunkan tingkat stres dua kultivar kopi terhadap cahaya dibandingkan dengan perlakuan intensitas naungan lainnya. Hal ini dapat dilihat dengan nilai Fv/Fm lebih besar dibanding perlakuan tanpa naungan dan naungan 50% (Tabel 1). Sementara itu pada umur lanjut, yaitu 6 MST, pengaruh intensitas naungan ini tidak berbeda nyata di semua perlakuan naungan, kecuali pada perlakuan tanpa naungan di umur 12 MSP (Tabel 1).

Tabel 1. Klorofil fluoresens (Fv/Fm) kopi Lini S795 dan Sigararutang dengan intensitas naungan pada umur 1, 6, dan 12 MSP.

Perlakuan	Klorofil Fluoresens (Fv/Fm)		
	1 MSP	6 MSP	12 MSP
N1 (0%)	0,475 b	0,656 a	0,637 b
N2 (50%)	0,473 b	0,609 a	0,709 a
N3 (60%)	0,586 ab	0,669 a	0,731 a
N4 (70%)	0,609 ab	0,682 a	0,742 a
N5 (80%)	0,670 a	0,724 a	0,753 a
K1 (Lini S 795)	0,574 a	0,679 a	0,719 a
K2 (Sigarar utang)	0,551 a	0,658 a	0,710 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa intensitas naungan berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil fluoresens daun bibit kopi pada 1 dan 12 MSP, sedangkan kultivar kopi berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan klorofil fluoresens daun bibit kopi. Pada pembibitan tanaman kopi, intensitas cahaya yang masuk ke dalam tempat pembibitan sangat mempengaruhi tingkat stress bibit kopi. Hal ini tidak ada pengecualian di kedua kultivar kopi.

Perlakuan naungan memperlihatkan nilai klorofil fluoresens (Fv/Fm) > 0,7 pada umur 12 MSP menandakan bibit dalam keadaan sehat, sedangkan nilai klorofil fluoresens (Fv/Fm) < 0,7 pada perlakuan tanpa naungan menandakan bibit dalam keadaan stres. Hal ini selaras dengan Bolh r-Nordenkamp *et al.* (1989) yang

menyatakan bahwa ketika tanaman menjaga kompleks fotosintesisnya utuh, rasio Fv/Fm harus bervariasi antara 0,7 dan 0,8.

Semua perlakuan intensitas naungan telah memperlihatkan tampilan fisiologis bibit kopi lebih baik dari perlakuan tanpa naungan, hal ini sejalan pula dengan nilai temperatur daun

Tabel 2. Temperatur daun bibit kopi kultivar Lini S795 dan Sigararutang dengan intensitas naungan pada umur 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 MSP.

Perlakuan	Suhu Daun (°C)					
	2 MSP	4 MSP	6 MSP	8 MSP	10 MSP	12 MSP
N1 (0%)	23,5a	26 a	26,7a	30,2a	30,8a	29,4a
N2 (50%)	23,1 b	25 b	25,4b	28,8b	29,6b	28,3b
N3 (60%)	23 b	24,6b	24,6c	27,3c	27,5c	26,7c
N4 (70%)	22,8 bc	24,3b	23,3d	25,1d	24,9e	25,6d
N5 (80%)	22,6 c	24,5b	24,8 c	25,3d	25,8d	26,4c
K1 (Lini S 795)	23 a	24,8a	24,8b	27,3a	27,7 a	27,2a
K2 (Sigarar utang)	23,1 a	25 a	25,1a	27,4a	27,7a	27,3a

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

Tabel 3. Pertambahan tinggi bibit kopi kultivar Lini S795 dan Sigararutang dengan intensitas naungan pada umur 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 MSP.

Perlakuan	Pertambahan Tinggi Bibit (cm)					
	2 MSP	4 MSP	6 MSP	8 MSP	10 MSP	12 MSP
N1 (0%)	1,65 a	2,65 ab	3,55 a	4,95 a	6,52 a	8,00 a
N2 (50%)	0,87 b	1,96 c	3,14 a	4,78 a	6,58 a	8,60 a
N3 (60%)	1,55 a	2,58 ab	3,89 a	5,14 a	6,79 a	9,20 a
N4 (70%)	1,69 a	2,83 a	4,31 a	6,26 a	8,14 a	10,32 a
N5 (80%)	1,36 a	2,33 bc	3,48 a	5,25 a	7,44 a	10,08 a
K1 (Lini S 795)	1,46 a	2,58 a	4,00 a	5,54 a	7,64 a	9,62 a
K2 (Sigarar utang)	1,37 a	2,36 a	3,35 a	5,01 a	6,83 a	8,87 a

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

untuk perlakuan naungan yang lebih rendah dari temperatur daun tanpa naungan (Tabel 2). Perlakuan intensitas naungan sebesar 70% memperlihatkan nilai temperatur daun lebih kecil dari perlakuan lainnya pada umur 6, 8, 10 dan 12 MSP, menandakan nilai stres yang lebih ringan. Indeks stres tanaman dapat diukur dari nilai temperatur tajuk yang melebihi temperatur udara seperti yang telah dikembangkan pada model pengukuran temperatur tajuk jagung, kapas, dan zaitun (Zang *et al.*, 2019).

Tanaman dapat mengurangi stress lingkungan dengan menjaga aktivitas membuka dan menutupnya stomata yang mengakibatkan proses metabolisme dapat berjalan dengan baik. Apabila stomata menutup menandakan ada gejala stres yang mengakibatkan proses metabolisme menurun, yaitu dengan menurunkan tingkat fiksasi CO₂ di daun sehingga laju fotosintesis juga menurun. Chaves *et al.* (2003) menyatakan bahwa respons awal tanaman untuk melindungi tanaman dari kehilangan air dan kematian akibat kekeringan yaitu dengan menutup stomata dan daun yang menggulung. Konsekuensi penutupan stomata ini berakibat pada kenaikan temperatur permukaan daun. Peningkatan suhu kanopi tanaman selaras

dengan menurunnya nilai konduktansi stomata seperti yang terjadi pada tanaman tebu yang mengalami stress air (Soleh *et al.*, 2017; Soleh *et al.*, 2018).

Pada pengamatan morfologis tanaman, intensitas naungan dan kultivar kopi berpengaruh tidak nyata terhadap pertambahan tinggi bibit kopi pada pengamatan 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 MSP (Tabel 3).

Perlakuan intensitas naungan sebesar 80% memperlihatkan nilai indeks klorofil lebih baik dari perlakuan lainnya pada umur pengamatan 12 MSP, sedangkan kultivar Lini S 795 memperlihatkan nilai indeks klorofil lebih baik dari kultivar Sigararutang pada umur 12 MSP (Tabel 4).

Tabel 4. Indeks klorofil bibit kopi kultivar Lini S795 dan Sigararutang dengan intensitas naungan pada umur 1, 6, dan 12 MSP.

Perlakuan	Indeks Klorofil		
	1 MSP	6 MSP	12 MSP
N1 (0%)	22,95 a	27,27 a	35,97 b

N2 (50%)	19,61 a	25,23 a	26,88 c
N3 (60%)	23,14 a	24,92 a	35,98 b
N4 (70%)	21,84 a	31,43 a	31,43 bc
N5 (80%)	23,56 a	34,37 a	46,73 a
K1 (Lini S 795)	24,44 a	30,13 a	39,78 a
K2 (Sigararutang)	20,11 a	27,15 a	31,02 b

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

Pada pengamatan luas daun, perlakuan naungan memperlihatkan hasil lebih baik daripada perlakuan tanpa naungan pada umur pengamatan 12 MSP (Tabel 5). Sejalan dengan hasil penelitian Robakowski *et al.* (2003) yang menunjukkan bahwa penurunan luas daun seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya. Hal ini disebabkan tanaman kopi merupakan *shade plant* yang tumbuh baik di bawah naungan.

Tabel 5. Luas daun bibit kopi kultivar Lini S795 dan Sigararutang dengan intensitas naungan pada umur 0 dan 12 MSP.

Perlakuan	Luas Daun (cm ²)	
	0 MSP	12 MSP
N1 (0%)	13,90 a	19,32 c
N2 (50%)	15,74 a	26,23 ab
N3 (60%)	14,74 a	29,55 a
N4 (70%)	14,76 a	28,75 a
N5 (80%)	15,10 a	21,22 bc
K1 (Lini S 795)	19,42 a	25,92 a
K2 (Sigararutang)	10,28 b	24,11 a

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

Intensitas naungan sebesar 80% memperlihatkan indeks klorofil lebih tinggi (Tabel 4), sehingga aktivitas fotosintesis dipastikan akan lebih baik daripada kondisi tanpa naungan. Fotosintesis tanaman kopi di bawah naungan menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding tanaman kopi tanpa naungan (Bote and Struik, 2011). Begitu pula respons luas daun dalam kondisi naungan memperlihatkan respons yang lebih baik daripada tanpa naungan

(Tabel 5) karena tanaman kopi merupakan *shade plant* yang menghendaki naungan tertentu untuk proses pertumbuhan dan perkembangan. Parameter luas daun dan Fv/Fm dapat menunjukkan kesehatan tanaman (Kitao *et al.*, 2000; Malone *et al.*, 2002). Luas daun berkaitan dengan kapasitas fotosintesis sedangkan Fv/Fm memperlihatkan tingkat stress tanaman. Hal ini mengindikasikan tanaman kopi dalam perlakuan naungan mampu melakukan proses metabolisme dengan baik untuk tumbuh dan berkembang, dibandingkan tanpa naungan dan atau naungan intensitas yang lebih kecil.

Kesimpulan

Naungan merupakan kondisi lingkungan yang penting bagi pertumbuhan tanaman kopi. Intensitas naungan 70% merupakan perlakuan yang lebih baik terhadap parameter tinggi tanaman dan suhu daun. Sedangkan naungan 80% hanya baik untuk respons indeks klorofil. Perlakuan varietas kopi Lini S 795 memberikan nilai terbaik terhadap parameter tinggi tanaman, indeks klorofil, klorofil fluoresens, dan suhu daun.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Kopi Indonesia 2017. BPS Press
- Bolh r-Nordenkamp, H. R., S. P. Long, N. R. Baker., G.  quist., U. Schreider, and E. G. Lechner. 1989. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. *Functional Ecology* 3(4): 497-514
- Bote, A. D. and P. Stuik. 2011. Effects of shade on growth, production and quality of coffee (Coffea arabica) in Ethiopia. *Jurnal of Horticulture and Forestry*, 3(11): 336-341.
- Bote, A. D., Z. Zana., F. L. Ocho, and V. Jan. 2018. Analysis of coffee (Coffea arabica L.) performance in relation to radiation level and rate of nitrogen supply II. Uptake and distribution of nitrogen, leaf photosynthesis and first bean yields. *European Journal of Agronomy* (92):107-114

- Chaves, M. M., J. P. Maroco, and J. S. Pereira. 2003. Understanding plant responses to drought-from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology* 30(3): 239–264.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2018. Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Perkebunan Kopi tahun 2017. Kementerian Pertanian. Jakarta. Dapat diakses <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/download/file/402-outlook-kopi-2017>
- Dishut Jabar. 2019. Statistik Kehutanan Jawa Barat tahun 2018. Dapat diakses <http://dishut.jabarprov.go.id/data/Statistik/Statistik%202018.pdf>
- Glozer, K. 2008. Protocol for leaf image analysis surface area. Dapat diakses <http://ucanr.edu/sites/fruittree/files/49325.pdf>.
- Kitao, M., L. T. Thomas, K. Takayoshi, T. Hiroaki, and M. Yutaka. 2000. Susceptibility to photoinhibition of three deciduous broad leaf tree species with different successional traits raised under various light regimes. *Plant Cell Environment*, 23(1): 81–89.
- Malone, S., D. A. Herbert, and D. L. Holshouser. 2002. Relationship between Leaf Area Index and yield in Double-crop and full-season soybean systems. *Journal Ecological Entomology*, 95(5): 945–951.
- Muliasari, A. A., A. Wachjar, dan Supijatno. 2016. Optimasi intensitas naungan pada pertumbuhan bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Vokasi Indonesia* 2016.
- Robakowski, P., P. Montpied, and E. Dreyer. 2003. Plasticity of morphological and physiological traits in response to different levels of irradiance in seedling of silver fir (*Abies alba* Mill.) Trees, (Berl.). 7: 431–441.
- Sekretariat Jendral Perkebunan. 2016. Outlook Kopi Subsektor Perkebunan. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Kementerian Pertanian
- Soleh, M. A., M. Ariyanti, I. R. Dewi, and M. Kadapi. 2018. Chlorophyll fluorescence and stomatal conductance of ten sugarcane varieties under waterlogging and fluctuation light intensity. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 30(11): 935-940.
- Soleh, M. A., R. Manggala, Y. Maxiselly, M. Ariyanti dan I. R. D. Anjarsari. 2017. Respons konduktansi stomata beberapa genotipe tebu sebagai parameter toleransi terhadap stress abiotik. *Kultivasi*. 13: 490-493.
- Zhang L., Y. Niu, H. Zhang, W. Han, G. Li, J. Tang, and X. Peng. 2019. Maize Canopy Temperature Extracted From UAV Thermal and RGB Imagery and Its Application in Water Stress Monitoring. *Frontiers in Plant Science*. 10: 1270.

Purwaningrum, Y. · Y. Asbur · D. Kusbiantoro · Khairunisya

Respons fisiologi dan hasil lateks tanaman karet klon GT 1 di kebun karet rakyat terhadap sistem eksploitasi dan curah hujan

Sari Klon GT 1 adalah klon Slow Starter (SS) dimana perubahan sukrosa menjadi partikel karet di dalam pembuluh lateks berlangsung lambat dan pada saat gugur daun hasil lateks lebih stabil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan curah hujan dan sistem eksploitasi terhadap fisiologi dan hasil lateks klon GT1. Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Langkat Kecamatan Besitang Sumatera Utara, ketinggian tempat 500 – 700 m di atas permukaan laut. Analisa fisiologi lateks di PT. Sucofindo Indonesia. Tanaman yang digunakan adalah klon GT 1 umur 25 tahun dengan besar lilit batang antara 60 – 75 cm, diukur dengan ketinggian 130 cm dari permukaan tanah. Metode percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Perlakuan terdiri dari kombinasi panjang alur sadap dan aplikasi stimulan. Panjang alur sadap, terdiri dari panjang alur sadap 1/4 spiral, 1/2 spiral, dan 1/8 spiral, sementara aplikasi stimulan terdiri dari stimulan cair dan stimulan gas. Semua perlakuan diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang alur sadap pendek dan aplikasi stimulan cair memiliki kadar sukrosa lateks tinggi. Aplikasi stimulan gas menunjukkan kadar sukrosa lateks yang tinggi pada panjang alur sadap panjang. Kadar tiol belum menunjukkan tingkat stress pada klon GT 1 dapat terlihat dari kadar tiolnya berkisar 0,84 – 1,10 mM. Produksi lateks klon GT 1 lebih dipengaruhi oleh sistem eksploitasi daripada curah hujan.

Kata kunci: Fisiologi lateks · *Hevea brasiliensis* · klon GT 1 · *slow starter*

Physiological response and latex yield of GT 1 clone rubber plant in smallholder rubber plantation on exploitation system and rainfall

Abstract. GT 1 is a Slow Starter (SS) clone where the change of sucrose into rubber particles in the latex vessels is slow, and at the time of leaves fall, the latex yield is more stable. This study aimed to determine the relationship between agro-climate and exploitation system on the physiology and yield of latex clone GT1. The research was carried out in Langkat, Besitang, North Sumatra, at an altitude of 500 – 700 m above sea level. Physiological traits analysis of latex was conducted at PT. Sucofindo Indonesia. The plant used was a 25 years old GT 1 clone with a trunk circumference of 60 – 75 cm, measured at the height of 130 cm from the ground. The experimental design used Randomized Block Design. The treatments consisted by combination of tapping groove length levels and stimulant application. Tapping groove length consisted of 1/4, 1/2, and 1/8 spiral, while stimulant application consisted of liquid and gas stimulant. The results showed that short tapping groove length and liquid stimulant application had high latex sucrose content, as given by long tapping groove length and gas stimulant application. Thiol level did not show the stress level in the GT 1 clone, it could be seen from the thiol level of 0.84 – 1.10 mM. Latex production of GT 1 clones was more influenced by the exploitation system than by rainfall.

Keywords: GT 1 clone · *Hevea brasiliensis* · Latex physiology · Low starter

Diterima : 10 Maret 2021, Disetujui : 13 Juni 2021, Dipublikasikan : 1 Agustus 2021
DOI: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i2.33622>

Purwaningrum, Y.¹ · Y. Asbur¹ · D. Kusbiantoro² · Khairunisya²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan

²Program Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan

Korespondensi: yayuk.purwaningrum@fp.uisu.ac.id

Pendahuluan

Perkebunan karet di Indonesia sebagian besar adalah perkebunan rakyat yaitu 85,06%, perkebunan besar milik swasta 7,9% dan perkebunan milik negara sebesar 6,95% (Ditjenbun, 2012). Beberapa jenis klon yang banyak digunakan di perkebunan rakyat di Indonesia umumnya adalah klon GT 1. Klon GT-1 merupakan klon *slow starter* (SS), yaitu klon-klon metabolisme rendah sampai sedang yang memiliki ciri spesifik di antaranya responsif terhadap pemberian stimulan, relatif lebih tahan terhadap tekanan eksploitasi, dan kulit pulihan umumnya tebal sehingga potensial untuk dimanfaatkan (Syukur, 2019).

Kabupaten Langkat memiliki ketinggian 500-700 m di atas permukaan laut (dpl), dengan kondisi lahan berbukit, ordo tanah Ultisol, jumlah curah hujan 147,94 mm/bulan, hari hujan 12,33 hari/bulan, rata-rata jumlah bulan basah, lembab, dan kering berturut turut 1, 8, dan 3 bulan (Google Earth, 2019; Gunarsih dan Kartasapoetra, 2012).

Perkebunan karet di Indonesia hampir setiap tahun menghadapi musim kemarau, yang di beberapa daerah berlangsung cukup panjang selama dua sampai tiga bulan (bulan Januari sampai Maret) (Sayurandi *et al.*, 2017). Periode kering lebih dari dua bulan akan menyebabkan terjadinya gangguan pertumbuhan dan kehilangan produksi yang cukup besar. Pengalaman menunjukkan bahwa kemarau panjang berdampak kepada penurunan produktivitas tanaman yang berakibat kerugian pada usaha perkebunan (Kramer, 1983; Wijaya dan Boerhendhy, 1988).

Untuk mengantisipasi ketidakcukupan air pada proses transpirasi, setiap klon karet secara fisiologi memiliki respon yang berbeda terhadap waktu dan lama menggugurkan daunnya. Gugur daun tersebut dapat terjadi secara serentak maupun secara bertahap (Priyadarshan, 2001; Siregar *et al.*, 2007; Gireesh *et al.*, 2011). Sejumlah hasil penelitian Oktavia dan Lasminingsih (2010), Ardika *et al.* (2011), Junaidi *et al.* (2015), dan Sayurandi *et al.* (2017) menyatakan bahwa kekeringan berakibat turunnya hasil lateks yang paling tinggi terdapat pada saat tanaman dalam kondisi gugur daun total dan pembentukan daun muda.

Setiap klon memiliki sifat karakteristik yang spesifik, dalam mempertimbangkan sistem

eksploitasi kita harus melihat lokasi perkebunan (iklim) dan karakter fisiologi setiap klon (Siregar, 2014). Beberapa sifat spesifik klon SS selain memiliki sifat relatif lebih tahan terhadap tekanan eksploitasi, seperti sangat respons terhadap stimulan dan umumnya memiliki kulit pulihan yang tebal sehingga potensial untuk dimanfaatkan, juga mempunyai kemampuan relatif lebih stabil pada umur 12 sampai 17 tahun, kemudian meningkat secara perlahan hingga mencapai puncak produksi sampai menjelang peremajaan, namun pada saat awal sadap menghasilkan produksi yang rendah (Sumarmadji *et al.*, 2005 dan 2006, Siregar *et al.*, 2001 dan 2007).

Rangkaian sistem sadap yang digunakan sepanjang waktu produksi (TM) pada tanaman karet umur (20 - 25 tahun) disebut sistem eksploitasi (Sumarmadji dan Atminingsih, 2013). Dalam mengurangi efek negatif minimum terhadap tanaman dan meningkatkan produksi karet, penelitian eksploitasi terus dilakukan untuk mencari sistem yang paling tepat sesuai dengan karakter fisiologi klon karet dan iklim. Tiap klon karet mempunyai respons yang berbeda-beda terhadap sistem eksploitasi dan perubahan pola curah hujan (Sumarmadji, 2011). Beberapa klon SS seperti GT 1, RRIM 600, PR 261, PB 235, PB 200, dan RRIM 703 menggunakan sistem eksploitasi pada awal sadap berupa panjang irisan setengah lilit batang dan frekuensi sadap tiga hari sekali (S2 d/3), selanjutnya pada umur 10 tahun adalah S2 d/2 (Sumarmadji, 2008).

Stimulan mengandung formula yang dibuat dengan berbagai vitamin dan zat pengatur tumbuh. Peranannya mencegah penyumbatan pembuluh lateks sehingga lateks menetes lebih lama sehingga meningkatkan produksi lateks. Pemberian stimulan berpengaruh terhadap fisiologis tanaman karet, antara lain: (1) membuat dinding sel elastis, (2) mempercepat dan meningkatkan aktivitas enzim dalam biosintesis lateks, dan (3) membuat daerah aliran lateks menjadi semakin cepat. Ketiga peran stimulan tersebut berpengaruh terhadap peningkatan kecepatan aliran lateks sehingga lateks yang dihasilkan lebih banyak (Eschbach and Lacrotte, 1989).

Penggunaan stimulan tidak menambah jumlah getah (lateks) yang ada di pohon, melainkan hanya menunda penyumbatan sehingga lateks menetes lebih lama dan hasil yang ditampung dapat lebih banyak.

Penyadapan pun dapat lebih efisien karena irisan sadap umumnya lebih pendek (cukup 10 cm sampai seperempat lingkaran dari normalnya setengah lingkaran atau lebih) sehingga dengan irisan lebih pendek maka konsumsi kulit tanaman juga lebih hemat dan umur tanaman diharapkan lebih panjang (Eschbach and Lacrotte, 1989).

Tiap klon pada dasarnya memiliki respons yang berbeda terhadap pola musim. Di Indonesia, penelitian tentang hal tersebut masih sangat terbatas. Pengujian-pengujian klon pada umumnya belum mempertimbangkan respons tiap klon secara spesifik terhadap perubahan musim, meskipun klon-klon unggul sudah ditanam pada berbagai lokasi kebun. Berdasarkan hal tersebut, perlu penelitian untuk mengetahui hubungan curah hujan dan sistem eksploitasi terhadap fisiologi dan hasil lateks klon GT1, dan mengetahui sistem eksploitasi yang tepat sesuai klon dan lokasi.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Desa Halaban Dusun Sidorejo, Kabupaten Langkat Kecamatan Besitang, Sumatera Utara, dengan ketinggian tempat 500 – 700 m dpl, dan ordo tanah ultisol. Area koordinat penelitian 3°55'35,36" LU, dan 97°58'27,68" BT. Data curah hujan diambil dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Sampali, Medan. Tanaman yang digunakan adalah klon GT 1 umur 25 tahun, jarak tanam 3 m x 2,5 m, dan lilit batang 60 – 75 cm diukur pada ketinggian 130 cm dari permukaan tanah.

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan. Perlakuannya adalah kombinasi antara panjang alur sadap dengan aplikasi stimulan. Panjang alur sadap terdiri dari ¼ spiral disadap 3 hari sekali (S4d3), panjang alur sadap ½ spiral disadap 3 hari sekali (S2d3), dan panjang alur sadap 1/8 spiral disadap 3 hari sekali (S8d3). Aplikasi stimulan terdiri dari stimulan cair dengan konsentrasi 2,5% diberikan 15 hari (ET/15d) dan stimulan gas konsentrasi 90% diberikan 27 hari sekali (ETG/27d).

Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 150 tanaman. Tanaman sampel untuk setiap perlakuan diambil sebanyak 5 tanaman yang dipilih secara acak. Pengamatan dilakukan terhadap variabel hasil, fisiologi

lateks (kadar sukrosa, fosfat anorganik (Pi), dan thiol), serta curah hujan sebagai pengamatan penunjang.

Data dianalisis menggunakan *Statistical Analysis System (SAS) Software 9.1 (SAS Institute, Cary, North Carolina, USA)*. Apabila perlakuan yang diuji berbeda nyata dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Tests* $\alpha = 0.05$.

Hasil dan Pembahasan

Rataan fisiologi lateks klon GT 1 tertera pada Tabel 1. Hasil analisis statistik diketahui bahwa perlakuan sistem eksploitasi mempengaruhi fisiologi lateks, yaitu kadar sukrosa dan Pi, kecuali thiol tidak berbeda nyata. Sistem eksploitasi S4d3 ET/15d memiliki kadar sukrosa lateks lebih tinggi pada klon GT 1 dibandingkan dengan perlakuan lainnya, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan S8d3 ET/15d. Data ini menunjukkan bahwa kadar sukrosa lateks tinggi pada klon GT 1 bila diberi stimulan cair (ET/15d) dengan panjang alur sadap yang pendek (S4 dan S8), sedangkan kadar sukrosa tinggi bila panjang alur sadap panjang (S2) untuk aplikasi stimulan gas (ETG/27d). Hal ini disebabkan klon GT 1 merupakan klon SS dimana klon ini respons terhadap stimulan, dengan penyadapan yang pendek, sehingga energinya (Pi) lebih besar dan didukung oleh frekuensi stimulan sebulan dua kali sehingga tanaman meningkatkan laju kapasitas pembentukan gula (sukrosa). Hasil penelitian ini ditemukan juga oleh Karyudi, *et al.* (2006), Herlinawati dan Kuswanhadi (2012), Junaidi (2013), serta Purwaningrum (2016) yang menyatakan dengan penggunaan panjang irisan sadap yang pendek dan aplikasi stimulan mampu meningkatkan produktivitas tanaman karet.

Fosfat anorganik merupakan senyawa dasar P yang berikatan dengan ADP menghasilkan ATP, energi tersebut digunakan untuk merubah sukrosa menjadi lateks. Hasil analisis statistik pada Tabel 1 menunjukkan sistem eksploitasi mempengaruhi kadar Pi lateks klon GT 1. Secara umum klon SS (klon GT 1) memiliki rata-rata nilai Pi lateks tinggi. Hal ini sejalan dengan karakteristik klon SS dimana klon ini mengandung fosfat anorganik tinggi (Gohet *et al.*, 2008; Herlinawati dan Kuswanhadi, 2018). Kadar fosfat anorganik lateks klon GT 1 tinggi pada sistem eksploitasi

S4d3 dengan ETG/27d dibandingkan yang lainnya. Fosfat anorganik merupakan indikator bagi aktivitas metabolik tanaman yang berperan untuk mengubah bahan baku (sukrosa) menjadi partikel karet (Jacob *et al.*, 1998). Rendahnya frekuensi aplikasi stimulan, yaitu 27d, menyebabkan tanaman tidak terlalu intensif dieksploitasi, sehingga tanaman mempunyai cukup waktu untuk membentuk energi tinggi (ATP). Ketersediaan energi yang cukup akan memperlancar proses perubahan hasil fotosintesis menjadi sukrosa (Junaidi, 2013).

Senyawa yang dihasilkan tanaman karet yang berfungsi sebagai antioksidan untuk melindungi dari tekanan eksploitasi adalah tiol. Tiol sebagai antioksidan yang berfungsi melindungi dari stres oksidatif sebagai akibat aktifnya metabolisme dalam sel. Tiol juga menunjukkan status respons tanaman terhadap tekanan eksploitasi (Sumarmadji *et al.*, 2005). Intensitas eksploitasi berbanding terbalik dengan kadar tiol, dimana semakin tinggi intensitas eksploitasi, kadar tiolnya rendah (Jacob *et al.*, 1998).

Sistem eksploitasi tidak berbeda nyata terhadap kadar tiol, dengan kata lain perlakuan tidak mempengaruhi kadar tiol lateks pada

klon GT1, sehingga kadar tiol belum menunjukkan tingkat stress pada klon GT 1. Hal ini dapat terlihat dari kadar tiolnya berkisar antara 0,84 – 1,10 mM. Kadar tiol pada klon SS pada umur 20 tahun ke atas biasanya tinggi (Sumarmadji, 2006). Menurut Jacob *et al.* (1998), kadar tiol optimal 0,4 – 0,9 mM. Hasil ini mengindikasikan walaupun terjadi perbedaan kadar tiol dengan perlakuan sistem eksploitasi, akan tetapi masih dalam tahap wajar, karena nilai stres yang rendah.

Hasil analisis statistik secara umum menunjukkan sistem eksploitasi mempengaruhi hasil lateks pada klon GT 1 (Tabel 2). Sistem eksploitasi S2d3 ETG/27d memberikan hasil lateks tertinggi pada bulan Januari, Februari, Maret, dan Mei. Perlakuan S8d3 ETG/27d menghasilkan lateks tertinggi di bulan April, Juni, dan Juli. Intensitas aplikasi stimulan gas frekuensi rendah (ETG/27d), sudah mampu untuk meningkatkan produksi lateks pada klon GT 1. Aplikasi stimulan gas yang tidak terlalu intensif (27d) pada tanaman sudah cukup untuk membentuk bahan sukrosa menjadi lateks (Jacob *et al.*, 1998).

Tabel 1. Fisiologi Lateks klon GT 1 dengan perlakuan sistem eksploitasi.

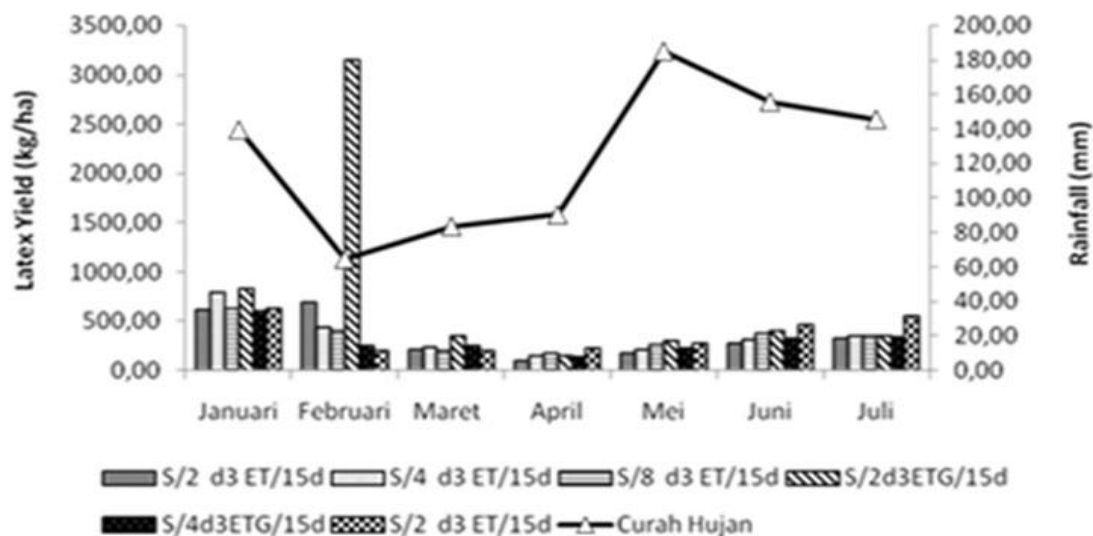
Perlakuan	Kandungan Lateks		
	sukrosa	Pi	thiol
	mM.....		
S2d3 ET/15d	4.26 c	25.48 b	0.93 a
S4d3 ET/15d	10.50 a	25.90 b	1.10 a
S8d3 ET/15d	10.06 ab	21.46 c	1.04 a
S2d3 ETG/27d	9.22 b	24.62 b	0.91 a
S4d3 ETG/27d	2.48 d	30.16 a	0.90 a
S8d3 ETG/27d	3.16 d	25.48 b	0.84 a

Keterangan: Angka dalam kolom yang diikuti oleh notasi yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan ($P = 0.05$).

Tabel 2. Hasil Lateks klon GT 1 dengan perlakuan sistem eksploitasi.

Perlakuan	Hasil Lateks (kg/ha)						
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli
S2d3 ET/15d	616.00 b	693.44 b	204.66 cd	97.99 d	173.66 d	273.45 c	322.78 e
S4d3 ET/15d	792.00 a	430.58 c	233.41 bc	148.46 bc	207.58 c	307.71 c	347.00 c
S8d3 ET/15d	628.32 b	397.01 c	194.45 d	168.31 b	254.03 b	375.70 b	347.74 bc
S2d3 ETG/27d	833.36 a	3148.49 a	346.33 a	149.83 bc	299.20 a	398.23 b	350.04 b
S4d3 ETG/27d	598.40 b	250.48 d	250.48 b	138.63 c	226.16 c	322.03 c	333.34 d
S8d3 ETG/27d	627.44 b	201.03 d	201.03 cd	222.36 a	267.52 b	465.61 a	551.68 a

Keterangan: Angka dalam kolom yang sama yang diikuti oleh notasi yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan ($P = 0.05$).



Gambar 1. Pengaruh fluktuasi curah hujan (mm) dengan hasil lateks (kg/ha-1) klon GT 1 dengan berbagai sistem eksploitasi

Hasil pada Gambar 1 memperlihatkan hasil lateks tertinggi pada klon GT 1 dibulan Februari dan terendah di bulan April. Kondisi tanaman di bulan Februari dalam keadaan gugur daun dan lingkungan ekstrim kering, namun klon GT 1 mampu untuk menghasilkan lateks tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa hasil lateks klon GT 1 hanya sedikit dipengaruhi oleh kadar air yang ada di dalam tanah atau kondisi lingkungan. Karakter klon GT 1 yang tergolong SS, dimana kemampuan mengubah bahan baku sukrosa menjadi lateks relatif lebih lambat, sehingga pada musim kemarau (Januari-Maret) masih memiliki cadangan sukrosa yang tinggi yang dapat diubah menjadi lateks (Purwaningrum, 2016).

Kondisi daun di bulan April dalam kondisi pembentukan daun sehingga hasil lateks rendah, dimana secara umum hasil fotosintesis pada tanaman dari daun di alokasikan untuk pertumbuhan, hasil lateks, dan cadangan nutrisi di dalam sel. Pola pembagian asimilat ke masing-masing bagian berbeda pada setiap tanaman, tergantung pada jenis klon, umur dan kondisi lingkungan tumbuh. Beberapa tanaman terdapat pembagian yang berimbang antara pertumbuhan dan hasil, akan tetapi ada juga yang tidak berimbang pembagiannya. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa klon GT 1 memiliki pembagian asimilat lebih ke arah hasil pembentukan daun dibandingkan dengan ke arah lateks. Hal ini sejalan dengan sejumlah hasil penelitian, seperti Ardika (2011), Siregar (2014), Purwaningrum

(2016), dan Sayurandi *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa penurunan hasil lateks pada saat pembentukan daun muda disebabkan hasil pembagian asimilat lebih ke arah hasil pembentukan daun dibandingkan pada lateks.

Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas, hasil penelitian menunjukkan bahwa :

1. Kadar sukrosa lateks tinggi dengan sistem eksploitasi aplikasi stimulan cair dan panjang alur sadap pendek (S4d3 ET/15d dan S8d3 ET/15d), sementara pada stimulan gas diperoleh dengan panjang alur sadap panjang (S2d3 ETG/27d). Klon GT 1 memiliki kadar Pi tinggi. Kadar tiol belum menunjukkan tingkat stress pada klon GT 1.
2. Hasil lateks klon GT 1 tidak dipengaruhi oleh curah hujan.
3. Sistem eksploitasi yang sesuai untuk klon GT 1 di lokasi Langkat adalah S4d3 ET/15d dan S2d3 ETG/27d

Ucapan Terima Kasih

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat

yang mendanai pelaksanaan penelitian ini melalui Penelitian Kompetitif Nasional tahun 2018 sampai 2020 dan LLDIKTI Wilayah I, Terima kasih kepada pekebun karet rakyat di Langkat dan PT Sucofindo yang telah memberikan izin lahan dan laboratorium.

Daftar Pustaka

- Ardika, R., A. N. Cahyo, dan T. Wijaya. 2011. Dinamika gugur daun dan produksi berbagai klon karet kaitannya dengan kandungan air tanah. *J. Penelitian Karet*, 29(2): 102-109.
- Ditjebun. 2012. Luas Areal Karet dan Produktivitas Perkebunan di Indonesia, 2008-2012. Rubber Area by Province in Indonesia, 2008-2012. Directorate General of Estate.
- Eschbach, J.M. and R. Lacrote. 1989. Factor influencing response to hormonal yield stimulation: limits of this stimulation. *Plant Physiology of Rubber Tree Latex*. Boca Raton, CRC Press, Plantations 5(3): 327-329.
- Gireesh, T., S. Raj, K. K. Midin, and V. C. Mercykutty. 2011. Rubber yield of certain clones of *Hevea brasiliensis* and relationship with climate variables. *J. Natural Rubber Research*, 24(1): 54-60.
- Google earth. 2019. <https://earth.google.com/web/@0,-49.7426,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r/data=KAE> (diakses 20 Mei 2020).
- Gohet, E, C. Scomparin, E. Cavaloc *et al.* 2008. Influence of ethephon stimulation on latex physiological parameter and consequences on latex diagnosis implementary in Rubber Agro-Industry. IRRDB Workshop. Latex Harvesting Technology.
- Gunarsih, A. dan Kartasapoetra. 2012. Klimatologi: Pengaruh Iklim terhadap Tanah dan Tanaman Edisi Revisi. Bumi Aksara. Jakarta.
- Herlinawati, A. dan Kuswanhadi. 2012. Pengaruh Penggunaan Stimulan Gas terhadap Produksi dan Karakter Fisiologi Klon Karet BPM 24. *J. Penelitian Karet*, 2012, 30(2) : 100-107.
- Herlinawati, A. dan Kuswanhadi. 2018. Effect of ethephon stimulation on yield and latex physiology on various irr clones. *J. Nat. Rubb. Res.* 2017, 35 (2) : 149 - 158 Indonesian.
- Jacob, J. L., J. C. Prevot, R. Lacrotte, A. Clement, E. Serres, and E. Gohet. 1998. Clonal Typology of Laticifer Functioning in *Hevea brasiliensis*. *Plant Physiology of Rubber Tree Latex*. Boca Raton, CRC Press, Plantations 2(5): 43-49.
- Junaidi, Y. R. Sembiring, dan T. H. S. Siregar. 2015. Pengaruh perbedaan letak geografi terhadap pola produksi tahunan tanaman karet: Faktor penyebab perbedaan pola produksi tahunan tanaman karet. *Warta Perkaretan*, 34(2), 137-146.
- Junaidi. 2013. Hasil Uji coba Aplikasi Stimulan Gas LET I System untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Karet di Kebun Jalupang PTP Nusantara VIII. Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet 2013.
- Karyudi, Sumarmadji, dan E. Bukit. 2006. Penggunaan Stimulan Gas Etilen Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Karet. *Prosiding Lokakarya Nasional Budidaya Tanaman Karet 2006*. Medan, 4 - 6 September 2006 . 201 hal.
- Kramer. 1983. *Water relations of plants*. Florida:Academic Press Inc.
- Oktavia, F., dan M. Lasminingsih. 2010. Pengaruh kondisi daun tanaman karet terhadap keragaman hasil sadap beberapa klon seri IRR. *Jurnal Penelitian Karet*. 29(2), 32-40.
- Priyadarshan, P.M., S. Sasikumar, and D. Concalves. 2001. Phenological changes in *Hevea brasiliensis* under differential geo climates. *The Planter*, 77, 447-481.
- Purwaningrum, Y. 2016. Kajian Fisiologi Dan Produksi Tanaman Karet Dengan Berbagai Sistem Sadap Menggunakan Stimulan Gas. [disertasi]. Universitas Sumatera Utara.
- Sayurandi, D. Wirnas, dan S. Woelan. 2017. Pengaruh dinamika gugur daun terhadap keragaman hasil lateks beberapa genotipe karet harapan hasil persilangan 1992 di pengujian plot promosi. *Warta Perkaretan* 2017, 36(1), 1 - 14.
- Siregar, T.H.S. 2001. Tanggap Produksi dan Karakter Fisiologi Lateks terhadap Sistem Eksploitasi pada beberapa Klon Karet IRR seri 100. Tesis. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 60 hal. Siregar, T.H.S., Tohari, Hartiko, H., dan Karyudi. 2007. Dinamika perontokan dan pohon

- karet dan hasil lateks: I. Jumlah daun rontok dan hasil lateks. *Jurnal Penelitian Karet*, 25(1), 45-58.
- Siregar, T.H.S. 2014. Pola musiman produksi dan gugur daun pada klon PB 260 dan RRIC 100. *J. Penelitian Karet*. 32(2): 88-97.
- Siregar, T.H.S., Junaidi, dan Sumarmadji. 2007. Perkembangan Implementasi Sistem Eksploitasi Tanaman karet Tipologi Klonal di Perusahaan Besar Negara Balai Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet.
- Sumarmadji. 2005. Pengaruh Penyadapan Intensitas Rendah Terhadap Produksi dan Serangan KAS. *J. Penelitian Karet*, 23 (1), 58-67.
- Sumarmadji. 2011. Sistem Eksploitasi Tanaman berdasarkan Tipologi Klon (QS dan SS) dan Alternatif Sistem Eksploitasi lainnya (Expex-315 dan SS-CUT). Workshop Penggunaan Klon Unggul Baru dan Sistem Eksploitasi Tanaman Karet yang Tepat dalam Menghadapi Peningkatan Karet Alam Dunia. Medan 6 - 9 Desember 2011.
- Sumarmadji dan Atmaningsih. 2013. Prinsip Dasar Penyadapan Tanaman Karet. Workshop Eksploitasi Tanaman Karet Menuju Produktivitas Tinggi dan Umur Ekonomis Optimal. Medan, 18 - 21 Maret 2013
- Sumarmadji, Atminingsih, dan Karyudi. 2008. Konsep Penyadapan Klon *Slow Starter* dengan Stimulan Gas Etilen dan Irisan Pendek ke Arah Atas sejak Awal Sadap. Prosiding Lokakarya Agribisnis Karet 2008, Yogyakarta 20 - 21 Agustus 2008. Balai Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet, Medan. hlm. 375 - 386.
- Sumarmadji, Karyudi, dan T. H. S. Siregar. 2006. Rekomendasi Sistem Eksploitasi pada Klon *Quick Starter* dan *Slow Starter* serta Penggunaan Irisan Ganda untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Karet. Prosiding Lokakarya Nasional Budi Daya Tanaman Karet, Medan 4-6 September 2006. Balai Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet, Medan. hlm. 169-188.
- Syukur, 2019. klon *Slow Starter* (SS). [http://syukur.blogdetik.com/2012/09/20/>klon slow starter](http://syukur.blogdetik.com/2012/09/20/>klon%20slow%20starter) (diakses 20 Januari 2020).
- Wijaya, T. dan I. Boerhendhy. 1988. Hubungan neraca air tanah dengan produksi karet klon GT 1 dan PR 261. *Bulletin Perkebunan Rakyat*. 4(1), 15-18. Workshop Eksploitasi Tanaman Karet Menuju Produktivitas Tinggi dan Umur Ekonomis Optimal. Medan, 18 - 21 Maret 2018.

Andini, R. · M.I. Sulaiman · M. Muzaifa · Y.D. Fazlina · C. Möllers

Oil bodies sizes variation analyses of rapeseed in two locations as a novel trait for genetic engineering

Abstract. Rapeseed (*Brassica napus* L.) containing oil content from 33 up to 48% (on 8.5% moisture basis) is the major source of oil plant in many temperate regions, e.g. in Germany. It is mainly applied for cooking, bio-diesels; and animal fodder. Seed plants (soybean, rapeseed, sunflower) store oil in a storage organelle called oil body whose size varies from 0.6 – 2.0 μm , depending on the plant species. Increasing the oil content is one of the breeding targets in many of oil plants, including in rapeseed. Due to increasing awareness of the environment and the hazardous impact of solvent extraction agents; such as *n*-hexane (C_6H_{14}) on human health, their application in the oil extraction process is slowly being reduced. A more friendly oil extraction method *via* centrifugation was introduced over the past decade as well as for biotechnological application. Each 200 mg of *B. napus* L. cv. 'Maplus' seeds were applied as material in this study. Seeds originated from the Double Haploid (DH) population grown in two significantly distinct environments in China and Germany. The average of oil content from two populations was also different, namely 49,18% in China, and 56,94% in Germany. In this study, oil bodies were isolated *via* the centrifugation method and their distribution was observed under the light microscope. Based on the Coulter Counter measurement, the diameter sizes were ranging from 1,03 - 1,07 μm ($\text{mean} = 1,05 \mu\text{m}$) and 0,98 - 1,02 μm ($\text{mean} = 1,00 \mu\text{m}$) in German and Chinese genotypes, respectively. This study confirms a positive and very highly significant correlation between the size of oil bodies and oil content in rapeseed.

Keywords: Centrifuge · Coulter counter · Deutschland · Oil plant

Analisis variasi ukuran 'oil body' pada tanaman raps di dua lokasi sebagai karakter baru untuk perakitan tanaman

Sari Tanaman raps (*Brassica napus* L.) adalah tanaman penghasil minyak utama di negara dengan iklim dingin seperti di Jerman. Minyak raps (*Brassica napus* L.) digunakan untuk bahan pangan, biodiesel, dan sebagai pakan ternak. Kandungan minyaknya bisa mencapai 33 – 48%. Tanaman minyak seperti kedelai (*Glycine max*), raps (*Brassica napus* L.), bunga matahari (*Helianthus annuus*) pada umumnya menyimpan kandungan minyaknya dalam suatu organela penyimpanan dikenal dengan 'oil body' yang mempunyai diameter antara 0,6 hingga 2,0 μm , tergantung dari spesies tanaman. Peningkatan kandungan minyak merupakan salah satu target pemuliaan di banyak tanaman minyak, termasuk di raps. Tulisan ini menceritakan tentang isolasi 'oil body' dari tanaman raps menggunakan metode sentrifugasi, yang dapat mengurangi efek negatif dari *n*-heksan sebagai zat ekstraktor yang lazim digunakan dalam proses penyulingan minyak. Sebanyak 200 mg benih *B. napus* L. kultivar 'Maplus' digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini. Benih berasal dari populasi Double Haploid (DH) yang ditanam di dua lingkungan yang berbeda secara signifikan di Cina dan Jerman. Rata-rata kandungan minyak dari dua populasi juga berbeda, yaitu 49,18% di Cina, dan 56,94% di Jerman. Dalam penelitian ini, 'oil body' diisolasi melalui metode sentrifugasi dan distribusinya diamati di bawah mikroskop cahaya. Berdasarkan pengukuran partikel 'Coulter Counter', diameter 'oil body' pada tanaman raps bervariasi antara 1,03 - 1,07 μm (rata-rata = 1,05 μm) pada genotipe dari Jerman, dan 0,98 - 1,02 μm (rata-rata = 1,00 μm) pada genotipe Cina. Selain itu, studi ini mengkonfirmasi korelasi positif dan sangat signifikan antara ukuran 'oil body' dengan kandungan minyak di tanaman raps.

Kata kunci: Coulter counter · Deutschland · Sentrifugasi · Tanaman minyak

Diterima : 10 Maret 2021, Disetujui : 1 Agustus 2021, Dipublikasikan : 1 Agustus 2021

DOI: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i2.32595>

Andini, R.¹ · M.I. Sulaiman¹ · M. Muzaifa¹ · Y.D. Fazlina¹ · C. Möllers²

¹ Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala (USK), Tgk. Hasan Krueng Kalee No. 3, Banda Aceh, Indonesia

² Department of Crop Sciences, Von-Siebold Str. 8, D-37075, Göttingen, Germany

Korespondensi: rita.andini@unsyiah.ac.id

Introduction

Rapeseed (*Brassica napus* L.) or also known as 'canola' is the major source of oil plant in many temperate regions, *e.g.* in Germany with the oil content is ranging from 33 - 48% (8.5% moisture basis). It is mainly used for cooking, in industrial uses such as for bio-diesels; and as animal fodder (Spasibonek *et al.*, 2020). The total planted area is estimated approximately 1.5 million hectares (Strohm, 2010).

Genetic engineering is a new art in plant biotechnology in order to create 'new' plants with novel traits *via* the manipulation of plant genomes. With this new method, many agronomic traits could be manipulated that are in accordance with the breeder's intention and such transgenic plants could be incorporated in a larger role in future plant improvement programs in food & nutritional security, feedstocks, and nutraceutical purposes. Many oil plants *e.g.* maize, soybean, and canola or rapeseed have been manipulated; with the major breeding intention is to increase their content of oil (Kumar and Thompson, 2010)

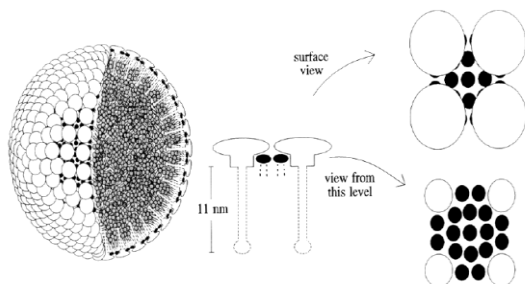


Figure 1. The structure of oil body consisting of Triacylglycerols (TAG)-matrix and surrounded by the phospholipid layer; embedded with oleosins (depicted and modified from Huang, 1996).

Seed plants store oils in a storage organelle or in specialized tissues during seed development termed as oil body, whose spherical sizes are varied from 0.5 to 2.0 μm , depending on the plant species (Figure 1). The oils are majorly stored in the embryo, while, the amount of storage oils are approximately 4% (w/w). As a matter of fact, diverse oil crop plants, *e.g.* soybean (*Glycine max*), rapeseed (*Brassica napus*), and sunflower (*Helianthus annuus*), and particularly the so called "Illinois High Oils" (IHO); one of maize (*Zea mays*) varieties containing high oil content were to be reported to have diverse seed oil contents in the

seeds (Ting *et al.*, 1996). Thus, a significant different ratio of oils *vs.* oleosins in their seeds was exist; depending on the synthesis of oils'- and oleosins' gene expression or oil-body *biogenesis* during seed maturation at a later stage (Millichip *et al.*, 1996).

Cunxu *et al.* (2009) reported that there is a tendency smaller oil bodies have a spheroid form, meanwhile the larger ones are ovoid. Furthermore, two structural proteins: i) oleosin; ii) caleosin are currently associated with the structure and stabilization of oil bodies (Frandsen *et al.*, 2001). Oleosin might have been derived from caleosin based on a putative evidence of gene expression responsible for encoding caleosin; after a long term of divergent evolution. Nevertheless, both play a great role in maintaining the integrity of these lipid storage organelles and oil-body *biogenesis* (Jiang and Tzen, 2010).

Oleosins appear to be structural proteins with a molecular weight ranging from 15,000 to 26,000; depending on the species. Their existence has received considerable attention in the past decade, due to their essential role in the oil-body genesis and their structural role in stabilizing the triacylglycerols (TAG)/ cytosol oil-body interface at the surface layer (Ting *et al.*, 1996).

The breeding targets in most of oil plants are usually: (i) increasing the oil content, (ii) modifying the fatty acid components, (iii) enhancing one or few characteristics in terms of their nutritional components. Related to point (i), the so called 'Double-Haploid' (DH) breeding method is applied in various commercial crops, *e.g.* in maize, wheat, barley, and tobacco. A Double Haploid (DH) refers to a process of a genotype product, whose haploid cell (n) has already contained one copy of chromosomes that are originated from one of the parents, while the copies from the other parent are gone. Afterwards, the haploid cell undergoes chromosome doubling usually *via* an addition of chemical substance, likewise *colchicine*, so that the number of chromosome of the novel organism would be $2n$ (Figure 2). Haploids become valuable when scientists double the number of their chromosome in order to produce homozygous breeding lines.

In homozygous lines, furthermore, all genes on each pair of chromosomes in every cell of the plant are 'identical'. These homozygous lines are 100-percent inbred lines, which otherwise would have to be produced by

repeated 'forced' and natural self-pollinations. However, this may take some time. Therefore, Double Haploid could speed up a breeding process in a commercially valuable lines (Ren *et al.*, 2017).

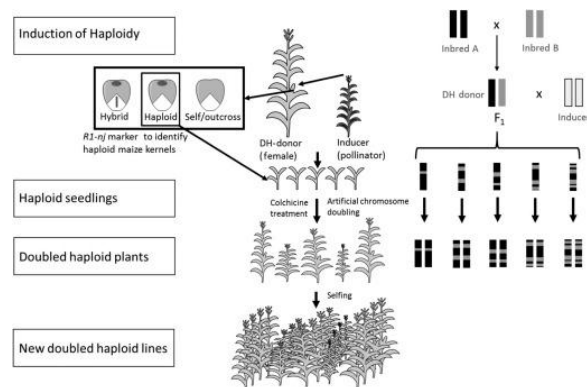


Figure 2. As an example: the process of Double Haploid lines production in maize (*Zea mays*) (Khan and Croser, 2004)

In terms of processing, the application of solvent extraction agent *e.g.* *n*-hexane (C_6H_{14}) is majorly applied by the oil extraction process, due to its good property as an extraction agent and cheap price. However, with an increasing awareness towards sustainable environment and the deteriorated impact to human health, the application of solvent extraction is slowly being reduced. Therefore, a more friendly oil extraction method via centrifugation was introduced in 2001. The objective of such process is to yield as much as possible the whole oil bodies; both the big and small ones through the centrifugal force and placed them at the surface of the liquid.

Wäsche (2001) designed some essential parameters; *e.g.* high centrifugation speed, cold condition being applied throughout the process in order to retain valuable and sensitive constituents, *e.g.* vitamins after the process, which is highly valued in biotechnological application such as in the 'Frioless' oil extraction process. This recently developed method could amount the yield of oil up to 72%. This amount was still deliberately lower compared with the conventional method that could yield oil up to 85%. Despite a high centrifugation speed, it seemed that the very tiny oil bodies still remain at the bottom of liquid, thus, reducing the yield of oil bodies.

There is a positive correlation between the oil content in maize and the size of oil bodies, and in this study, we would like to investigate, whether this can be also extended to rapeseed. Therefore, the objectives of this study are: (i) to establish a process of isolation of oil bodies in rapeseed (*B. napus*) via sucrose gradient centrifugation; (ii) to analyze the size variation of oil body's diameter from a diverse set of genotypes in rapeseed with different oil content via Coulter Counter; (iii) to determine a correlation between oil content and oil body diameter in rapeseed.

Materials and Methodology

Materials: Each 200 mg seeds of *B. napus* L. cv. *Maplus* originated from 284 genotypes derived from Double-Haploid (DH) population grown in two locations: (i) China; (ii) Germany.

Methodology: all laboratory work was conducted at the Department of Crop Sciences (former: Plant Agronomy and Breeding Institute, at the 2nd floor, Von-Sieboldt Strasse in Göttingen, Germany).

I) *Oil body isolation*: two steps were conducted (I.1.; I.2.) prior to the isolation of oil bodies according to Ting *et al.* (1996).

I.1) *Preparation of crude extract and oil bodies*. 200 mg of rapeseed and 3-ml grinding medium (0.6 M sucrose, 1 mM EDTA, 10 mM KCl, 1 mM $MgCl_2$, 2 mM dithiothreitol, 0.15 M Tricine-KOH, pH= 7.5) were placed in a centrifuge tube and then, homogenized with an ultra turrax (*Euroturrax*) at 27,000 rotation per minute (*rpm*) at 4 °C for 40 seconds (*sec.*). All chemicals applied were obtained from *Sigma Aldrich*, Germany.

I. 2) *Centrifugation*: a two instead of three-stepped sucrose density gradient (3 mL 60%; 3 mL 35%; 3 mL 20% sucrose solutions) and 10 mL instead of 14 mL of total volume; with the reason behind this was 'the shorter the distance –the more small oil bodies could be accumulated on the flotations top'. The method was modified from Ting *et al.* (1996). Approximately an aliquot of 3 mL of the filtered homogenate from step I.1 was placed at the bottom of the centrifuge tube ($V_{total} = 15$ mL), and then layered with 7 mL flotation medium [grinding medium containing 0.4 M instead of 0.6 M sucrose] on top as this is presented on Figure 3.

The tube was then centrifuged (Heraeus Sepatech; Varifuge F) at 22,300 rpm at 4 °C for 1 hour (h) in order to maximize the yield of big- and small-oil bodies to be collected at the top of the flotation medium.

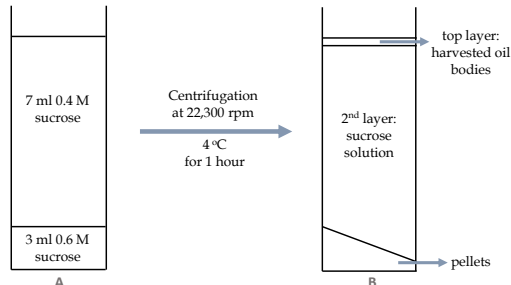


Figure 3. Preparation of two layer sucrose gradient concentration (A); the harvested oil bodies located at the top after centrifugation (modified after Ting *et al.*, 1996).

II) *Analyses of oil bodies diameter via Coulter-Counter*: after centrifugation, the oil body concentrated on top of floating medium was collected with an Eppendorf pipette ($V = 10 \mu\text{L}$), transferred, and re-suspended in grinding medium. First, we would like to examine the sizes of oil bodies diameter that were able to be collected on the floating top. For this purpose, a manual counting of oil bodies under the light microscope [Zeiss-Axiolab (SIP 41116) with objective lens Plan-Neofluar 44 04 81 integrated with a video camera (RGB TK 1070 from INTAS), and a JVC television produced by INTAS at various magnifications] and dilution was applied when necessary. We only reserved each two genotypes from China, and Germany, that were attributed with the highest and lowest oil content (results not shown here).

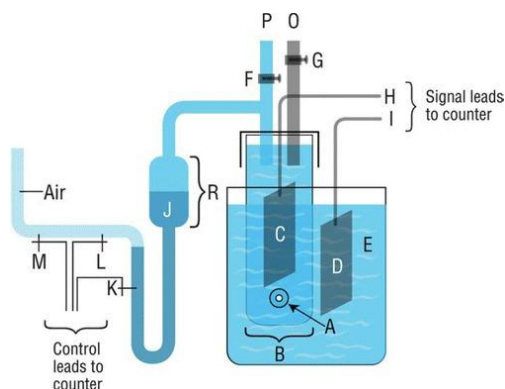


Figure 4. The Multisizer 3 using the principle of Coulter Counter (Graham, 2003)

About 3-ml of aliquot would be further analyzed with the Coulter Counter (Beckman, Germany), for determining the size of oil bodies. The measurement based on the Coulter Counter itself is based on measurable changes in electrical resistance produced by non-conductive particles suspended in electrolyte. The suspended tiny particles were made to flow through a small cylindrical opening or aperture that can be used to measure particles with an overall particle size-range of 0.4 - 1,600 μm . The aperture, itself, separates two electrodes between an electric current flow (Figure 4).

Each particle, which is passed through the aperture or in other words, the sensing zone displaced its own volume of conducting liquid, parallelly increasing the impedance of the aperture, and causing a short-term change in the resistance across the aperture. This resistance change could be detected and measured either as a voltage or current pulse. By quantifying the number of pulses and their amplitudes, the information regarding the number of particles and the volume of each individual particle can be obtained. In adjunction to that, the number of pulses detected during measurement is the number of particles measured, and the amplitude of the pulse is proportional to the particle's volume (Khan and Croser, 2004).

The statistical analysis (average, minimum- and maximum values, Goodness-of-fit tests for the normal distribution, t-test, F-test, the correlation analyses), and the developed graphics, here, were measured based on the calculation produced by the SAS-program (American Inc.).

Results and Discussion

This study reported the variation of sizes in the oil bodies belong to the Double Haploid genotypes of rapeseed (*Brassica napus* L.) grown on two locations: China and Germany. The isolated oil bodies apparently have a spherical shape containing triacylglycerols (TAG) with diverse diameters ranging from 0.5 - 2.5 μm . Oil bodies in general contain a few major and related unique proteins: oleosins and caleosins, which are unique to the organelles with a 'distinct' three structural domain. Oil bodies are remarkably stable either inside the cell or in isolated preparations and when they are pressed against one another *in-vivo* due to seed desiccation or *in-vitro* after flotation

centrifugation (Tzen and Huang, 1992). Future interest of oil body application is intended as an 'appropriate' vehicle for the production of 'targeted' recombinant proteins or as bio-encapsulation material due to its unique membrane conformation (Peng *et al.*, 2003). Therefore, this study is intended to identify such novel opportunity as a new platform of genetic engineering in oil plant.

Results are divided into three parts.

Established procedure of oil bodies isolation in rapeseed (*B. napus*). Two layer sucrose gradient was successfully to be employed in order to isolate the oil bodies from seeds of rape (*Brassica napus* L.), while, the other one was more suitable for oil bodies isolation from embryos of maturing kernels in maize (*Zea mays*). Prior to the main experiment, we did some modifications from Ting *et al.* (1996), in which the centrifugation time was trialed and varied from 30 up to 270 minutes (*min.*). Then, the collected oil bodies were *pre*-examined under the light microscope, and we revealed that the floating oil bodies in the two layer sucrose gradient medium were visually much better to be analyzed under light microscope. It seemed that, centrifugation period lasted up to an hour was necessary in order to accumulate the oil bodies on the flotation top; particularly those having average size of 1,84 μm in diameter.

Contrastingly, smaller oil bodies with an average size less than 0,79 μm in diameter were still remained at the 2nd layer and hindered to be collected at the top. Interestingly, we revealed that 'oleosins' that play a great role in the stability function of oil bodies (Frandsen *et al.*, 2001) and it has been suggested that the entire surface of oil bodies is seemly covered by oleosins. Thus, the profound and compressed oil bodies in the cells would not be coalesce or aggregate (Chuang *et al.*, 1996). Nevertheless, our result here suggested that oleosins might have some limitations, in which that they seemly could not endure an extremely long centrifugation and extreme speed as the oil bodies were already deteriorated, afterwards (picture produced by the light microscope not shown).

Analyzes of oil bodies diameter in rapeseed with different oil content via Coulter Counter. The size of oil bodies in rapeseed was varied even within one species in the Double Haploid (DH) population; depending on their oil content. The DH population was derived

from the F₁ resulted from a cross between the German cultivar 'Sollux' and the Chinese one 'Gaoyou'; both were previously selected as parental lines for high oil content; with the oil content within the DH population varied from 44% to 65% (Zhao *et al.*, 2002).

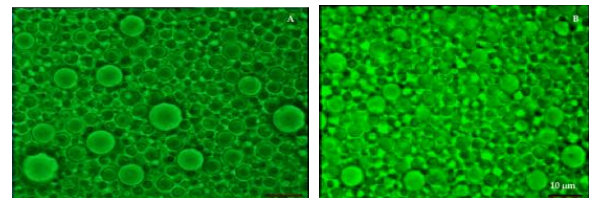


Figure 5. Light microscopy of *B. napus*' oil bodies from genotype with high oil content (A; left) and low oil content (B) in a DH population cultivated on German environment, note: the other two pictures from the Chinese environment were not able to be presented, here.

Our result based on the light microscopy showed that oil bodies originated from genotype with high oil content (Figure 5A) had significantly a larger diameter compared to the other one with low oil content (Figure 5B).

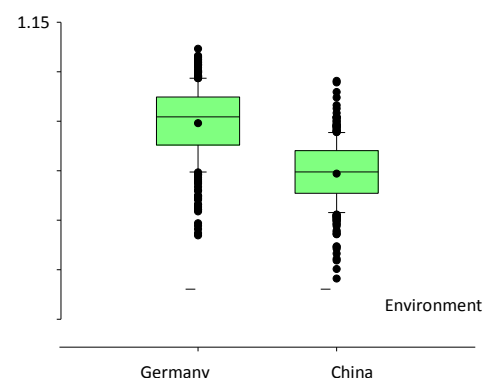


Figure 6. Size distribution of oil bodies diameter from genotypes planted in Germany and China.

Furthermore, the size of oil bodies also varied between the genotypes grown in two environments following the normal size distribution. Those genotypes cultivated on the German environment (N= 284 samples) had an average oil content of 56.94% with a variation of oil bodies size between 0.78 to 1.15 μm (average= 1.05 μm). Meanwhile, those grown on the Chinese environment had a slightly lower average of oil content, namely 49.18% with a variation of oil bodies size 0.75-1.09 μm (average= 1.00 μm) (N= 281 samples) (Figure 6).

Result of t-test based on *Kolmogorov-Smirnov* showed that the averages between the two environments was significantly different ($p < 0.05$). Furthermore, the Analyses of Variance (ANOVA) also showed that genotypes player a significant role in the variation of oil bodies (F value= 1.31; $p < 0.05$) (Table 1).

Table 1. Analyses of Variance (ANOVA) table revealing the factors affected the average oil bodies size between the two locations in DH population.

Source	F	SS [†]	MS [‡]	F-Value	Pr>F
Genotypes	283	0.491	0.002	1.31	0.0080
Locations	1	0.355	0.355	268.26	<0.0001
Error	280	0.371	0.001		
Corrected Total	564	1.226			

SS[†]= Sum of Squares; MS[‡]= Mean of Squares

Correlation analyses between oil content and oil body diameter in rapeseed. The variation of oil content within the DH population cultivated in China was in the range of 44% to 54% (average= 49.18%), meanwhile in Germany was in the range between 45% to 63% (average= 56.94%). Here, we can conclude that the distinct environment, where the two genotypes were grown, had played a significant role in influencing the size of oil bodies in DH population (Spasibionek *et al.*, 2020), as this was indicated with an F value of 268, 26.

A very highly significant positive correlation between the size of oil bodies in rapeseed and the oil content from those population each cultivated in China and Germany was presented on Figure 7.

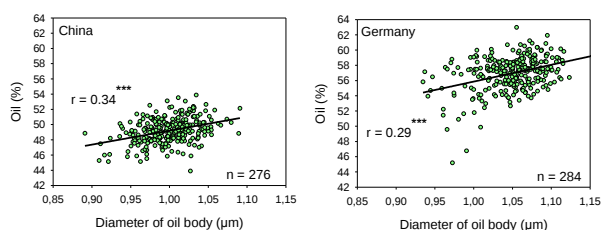


Figure 7. Correlation between oil content vs. oil bodies diameter of DH population cultivated in Germany and China.

The correlation ratios were (r) = 0.34*** and (r) = 0.29*** in China and Germany, respectively. This finding supports the previous report regarding the correlation observed in maize

regarded as *Illinois High Oil* (IHO) and *Illinois Low Oil* (ILO) (Ting *et al.*, 1996).

Frandsen *et al.* (2001) stated that the general size of oil bodies varies between 0.5 – 2, 5 μm in diameter. Such similar result was being confirmed, here. The differences might be affected, due to the genotype variation although it is unclear, in what way they were being influenced. Second was the distinct locations might have played also a role in the variation of sizes and forms of the DH-genotypes. Furthermore, other nutritional status (agricultural inputs) and environmental factors (sun light intensity, precipitation, humidity) might also influence such variation).

Moreover, the averages of oil bodies diameter; grown in two distinct locations- were slightly different, in which those DH accessions grown on German environment seemed to be more suitable to be cultivated in the next growing season, and based on the practical reason, they are deserved to be further researched in terms of their suitability for the oil extraction process *via* centrifugation. Next questions might be interesting to know whether the phospholipids content might play also a role in affecting the size of oil bodies.

Conclusion

Two layer sucrose gradient was successfully to be employed in order to isolate the oil bodies from seeds of rape (*Brassica napus* L.). The mean diameter of oil bodies size in rapeseed was in the range of 1 μm ; with the lowest – and largest ones were 0,12 – 10,30 μm and 0.65- 9,51 with manual counting and Coulter Counter, respectively. There was a highly significant correlation between oil bodies size and oil content, while the big size of oil bodies would be more advantageous in the oil extraction process *via* centrifugation method. A manipulation of oil bodies in rapeseed *via* genetic engineering would be advantageous both for: (a) breeding purpose: increasing the oil content, and (b) oil processing: as a more attractive alternative esp. by the industrial oil processing in rapeseed, which is more environmental friendly and safer for human's consumption.

Acknowledgement

This work received an indirect fund from the German Academic Exchange Service (DAAD) through one of the co-author during his/her

Post Graduate Study at the Georg August Universität in Göttingen, Germany.

Reference

- Chuang, R. L. C., J. C. F. Chen, J. Chu, and J. T. C. Tzen, J.T.C. 1996. Characterization of seed oil bodies and their surface oleosin isoforms from rice embryos. *J. Biochem.* (120): 74-81.
- Cunxu, W., F. Qin, Chen, A. Li, Y. Zhang, W. Zhou, and Y. Wang. 2009. Oil body observation in seeds of *Brassica napus* L.. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*. 31 (4): 445-448.
- Frandsen, G. I., J. Mundy, and J. T. C. Tzen. 2001. Oil bodies and their associated proteins, oleosin and caleosin. *Physiologia Plantarum* (112): 301-307.
- Graham, M. D. 2003. The Coulter Principle: Foundation of an Industry. *JALA: Journal of the Association for Laboratory Automation*, 8(6):72-81
- Huang, A. H. C. 1996. Oleosins and oil bodies in seeds and other organs. *Plant Physiol.* (110): 1055-1061.
- Jiang, P. L. and J. Tzen. 2010. Caleosin serves as the major structural protein as efficient as oleosin on the surface seed oil bodies. *Plant Signaling & Behaviour*. 5 (4): 447-449.
- Khan T. N. and J. S. Croser. 2004. PEA Overview. *Encyclopedia of Grain Science*. Pages 418-427
- Kumar, S. and W. F. Thompson. 2010. Plant Genome Engineering Using Zinc Nucleases in Molecular Techniques in Crop Improvement, Jain, S.M. and Brar, D.S. (eds.) ,doi: 10.1007/978-90-481-2967-6_24, Springer Science and Business Media B.V. , pp. 579-590
- Millichip, M., A. S. Tatham, F. Jackson, G. Griffiths, P. R. Shewry, and A. K. Stobart. 1996. Purification and characterization of oil-bodies (oleosomes) and oil-body boundary proteins (oleosins) from the developing cotyledons of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Biochem. J.* (314): 333-337.
- Peng, C. C., I. Lin, C. Lin, and J. T. C. Tzen. 2003. Size and stability of reconstituted sesame oil bodies. *Biotechnol. Prog.* (19): 16233-1626.
- Ren, J., P. Wu, B. Trampe, X. Tian, T. Lubberstedt, and S. Chen. 2017. Novel technologies in doubled haploid line development. *Plant Biotechnology Journal* 15, 1361-1370. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/pbi.12805>
- Spasibionek, S., K. Mikolajczyk, H. Ćwiek-Kupczyńska, T. Piętko, K. Krótka, et al. 2020. Marker assisted selection of new high oleic and low linolenic winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) inbred lines revealing good agricultural value. *PLOS One* 15 (6):e0233959. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233959>
- Strohm, K. 2010. Description of the typical farm DE360OW, Germany. <http://www.agribenchmark.org/cash-crop/sector-country-farm-information/country-profiles/germany.html>; accessed 27 Februari 2021
- Ting, J. T. L., K. Lee, C. Ratnayake, K. A. Platt, R. A. Balsamo, and A. H. C. Huang. 1996. Oleosin genes in maize kernels having diverse oil contents are constitutively expressed independent of oil contents. *Planta* (199): 158-165.
- Tzen, J. T. C. and A. H. C. Huang. 1992. Surface structure and properties of plant seed oil bodies. *The Journal of Cell Biology* (117:2): 327-335.
- Wäsche, A. 2001. Simultane Öl-und Proteingewinnung bei Raps. Genehmigte Dissertation von der Fakultät III-Prozesswissenschaften der Technischen Universität Berlin. Berlin, Germany.
- Zhao, J. 2002. QTLs for oil content and their relationships to other agronomic traits in an European x Chinese oilseed rape population. Online dissertation at the University of Göttingen: pp. 28.