

Jurnal

KULTIVASI

I.R.D. Anjarsari · M. Ariyanti · S. Rosniawaty	
Studi ekofisiologis tanaman teh guna meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan kualitas teh	1181-1188
Raisya, E. · D.S. Sobarna · A. Nuraini · S. Mubarok · E. Suminar · M. Akutsu	
Multiplikasi <i>in vitro</i> stroberi kultivar tochiotome dengan penambahan jenis dan konsentrasi sitokinin untuk perbanyakan bibit	1189-1195
Mahdy, A.S. · T. Nurmala · Y. Yuwariah	
Pengaruh frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan, hasil, dan fenologi tanaman hanjeli ratun di dataran medium	1196-1201
Solihin, M. · A.N. Putri · A. Setiawan · D. Siliwangi · M. Arifin	
Karakteristik indeks vegetasi pada berbagai penggunaan lahan di hulu Sub Das Cikapundung melalui interpretasi citra satelit Landsat 8	1202-1209
Warda, I.M. · B. Waluyo	
Kompatibilitas persilangan interspesifik pada spesies cabai	1210-1216
Mubarok. S. · A.R. Al Adawiyah · A. Rosmala · F. Rufaidah · A. Nuraini · E. Suminar	
Hormon etilen dan auksin serta kaitannya dalam pembentukan tomat tahan simpan dan tanpa biji	1217-1222
Julianto, R.P.D. · E. Indawan · S. Paramita	
Perbedaan karakter hasil tiga varietas ubi jalar berdasarkan waktu panen	1223-1229
Murgayanti · F.N. Ramadhanti · Sumadi	
Peningkatan pertumbuhan tunas kunyit putih pada perbanyakan <i>in vitro</i> melalui aplikasi berbagai jenis dan konsentrasi sitokinin	1230-1236
Hamdani, J.S. · Sumadi · Kusumiyati · H. Ruwaiddah	
Pertumbuhan dan hasil benih kentang G0 kultivar medians pada berbagai komposisi media tanam dan interval pemberian air di dataran medium	1237-1246
Amien, S. · D.N. Aji · T. Mamluatul	
Multiplikasi cepat tunas tiga aksesi stevia secara <i>in vitro</i>	1247-1253

JURNAL **KULTIVASI**

Volume 19 Nomor 3 Desember 2020

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

PENASIHAT / ADVISOR

Ketua Peragi Komda Jawa Barat
Dekan Fakultas Pertanian

PENANGGUNG JAWAB

Kepala Departemen Budidaya Pertanian
Universitas Padjadjaran
Jajang Sauman Hamdani

DEWAN REDAKSI / EDITORIAL BOARD

Ketua/Editor in Chief

Tati Nurmala

Editor

Tati Nurmala, Yudithia Maxiselly, Ruminta, Kusumiyati,
Fiky Yulianto Wicaksono, Noladhi Wicaksana
(Universitas Padjadjaran)
Asep Hidayat (Institut Teknologi Bandung)
Muhammad Syafi'i (Unsika)
Bambang Pujiasmanto (Universitas Sebelas Maret)

Reviewer

Sumadi, Uum Umiyati, Santi Rosniawaty, Suseno Amien,
Syariful Mubarok, Anne Nuraini, Warid Ali Qosim, Yuyun
Yuwariah, Jajang Sauman Hamdani
(Universitas Padjadjaran)
Memet Hakim (Peragi Komda Jabar)
Deden Derajat Matra, Sulassih, Megayani Sri Rahayu
(Institut Pertanian Bogor)
Yenni Asbur (UISU)
Karlina Syahruddin (Balitser)
Devi Rusmin (Balitro)
Hidayati Karamina (Universitas Tribhuwana Tungga Dewi)
Sosiawan Nusifera (Universitas Jambi)

STAF TEKNIS (TECHNICAL STAFF)

Deden Junjunan
Alfika Fauzan
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

Jurnal Kultivasi volume 19 Nomor 3 ini menutup terbitan tahun 2020. Meskipun masih dalam keadaan pandemi Covid19, namun kami tetap menyediakan artikel-artikel yang dapat bermanfaat bagi pembaca. Jumlah artikel pada nomor ini berkurang menjadi 10 artikel disebabkan beberapa hal, namun kualitas setiap artikel tetap kami jaga. Ucapan terimakasih kami sampaikan pada penulis, editor, serta reviewer yang selalu berusaha untuk menyajikan artikel yang berkualitas dan terbit tepat waktu. Semoga jurnal ini di tahun depan dapat lebih baik lagi.

Bandung, 31 Desember 2020

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 terungkapkan 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 metoda 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.

Situs 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.

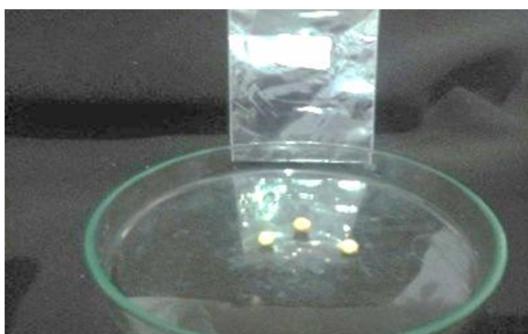
Contoh penulisan Tabel:

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 terima kasih 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

I.R.D. Anjarsari · M. Ariyanti · S. Rosniawaty Studi ekofisiologis tanaman teh guna meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan kualitas teh	1181-1188
Raisya, E. · D.S. Sobarna · A. Nuraini · S. Mubarok · E. Suminar · M. Akutsu Multiplikasi <i>in vitro</i> stroberi kultivar tochiotome dengan penambahan jenis dan konsentrasi sitokinin untuk perbanyakan bibit	1189-1195
Mahdy, A.S. · T. Nurmala · Y. Yuwariah Pengaruh frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan, hasil, dan fenologi tanaman hanjeli ratun di dataran medium	1196-1201
Solihin, M. · A.N. Putri · A. Setiawan · D. Siliwangi · M. Arifin Karakteristik indeks vegetasi pada berbagai penggunaan lahan di hulu Sub Das Cikapundung melalui interpretasi citra satelit Landsat 8	1202-1209
Warda, I.M. · B. Waluyo Kompatibilitas persilangan interspesifik pada spesies cabai	1210-1216
Mubarok, S. · A.R. Al Adawiyah · A. Rosmala · F. Rufaidah · A. Nuraini · E. Suminar Hormon etilen dan auksin serta kaitannya dalam pembentukan tomat tahan simpan dan tanpa biji	1217-1222
Julianto, R.P.D. · E. Indawan · S. Paramita Perbedaan karakter hasil tiga varietas ubi jalar berdasarkan waktu panen	1223-1229
Murgayanti · F.N. Ramadhanti · Sumadi Peningkatan pertumbuhan tunas kunyit putih pada perbanyakan <i>in vitro</i> melalui aplikasi berbagai jenis dan konsentrasi sitokinin	1230-1236
Hamdani, J.S. · Sumadi · Kusumiyati · H. Ruwaiddah Pertumbuhan dan hasil benih kentang G0 kultivar medians pada berbagai komposisi media tanam dan interval pemberian air di dataran medium	1237-1246
Amien, S. · D.N. Aji · T. Mamluatul Multiplikasi cepat tunas tiga aksesi stevia secara <i>in vitro</i>	1247-1253

I.R.D. Anjarsari · M. Ariyanti · S. Rosniawaty

Studi ekofisiologis tanaman teh guna meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan kualitas teh

Sari. Teh merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memegang peranan cukup penting dalam perekonomian Indonesia, yaitu sebagai sumber pendapatan dan devisa serta penyedia lapangan kerja bagi masyarakat. Teh di Indonesia sebagian besar berasal dari Jawa Barat dengan kontribusi produksi (rata-rata lima tahun terakhir) sebesar 66,93%, sedangkan provinsi lainnya hanya berkontribusi kurang dari 10%. Produksi teh di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 146,17 ton, selalu berfluktuasi dari tahun ke tahun, hingga diperkirakan tahun 2021 menurun dengan produksi sebesar 141,63 ton. Seperti halnya komoditas perkebunan yang lain, tanaman teh dalam perkembangannya mengalami fluktuasi produksi pucuk sebagai bahan baku olahan teh. Produktivitas teh sangat dipengaruhi oleh faktor internal (tanaman), maupun eksternal (lingkungan). Pengembangan tanaman teh saat ini dan masa mendatang akan dihadapkan pada berbagai kendala, diantaranya kondisi tanaman yang semakin tua sehingga perlu dimaksimalkan proses metabolismenya melalui pemeliharaan tanaman teh. Ancaman perubahan iklim berdampak besar pada pertumbuhan dan hasil tanaman teh. Peningkatan suhu dan penurunan curah hujan akibat pemanasan global dapat mempengaruhi produktivitas dan keberlanjutan perkebunan teh di masa depan. Ekofisiologi pada tanaman teh bisa dioptimalkan dengan memaksimalkan beberapa faktor internal dan eksternal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, kuantitas, dan kualitas teh.

Kata kunci : Ekofisiologi · Pertumbuhan · Produktivitas · Perubahan iklim

Study of ecophysiological of tea plants to improve growth, yield, and quality of tea

Abstract. Tea is one of the plantation commodities that plays an important role in the Indonesian economy, that is a source of income and foreign exchange and a provider of employment for the community. Tea in Indonesia is mostly from West Java with a production contribution (an average of the last five years) of 66.93% while other provinces only contribute less than 10%. Tea production in Indonesia in 2017 amounted to 146.17 tons, fluctuated year to year, until it was estimated that in 2021 tea production will decrease to 141.63 tons. Like other plantation commodities, in its development, the tea plant fluctuates in shoot production as a raw material for processing tea. Tea productivity is strongly influenced by internal (plant) and external (environmental) factors. The development of tea plants at present and in the future will be faced with various problems. The condition of the older plants needs to be maximized through the maintenance of tea plants. The threat of climate change has a significant impact on the growth and yield of the tea plant. Temperature increase and rainfall decrease due to global warming can affect the productivity and sustainability of tea plantations in the future. The ecophysiology of the tea plant can be optimized by maximizing several internal and external factors that affect the growth, quantity and quality of tea.

Keywords : Ecophysiology · Growth · Productivity · Climate change

Diterima : 12 Maret 2020, Disetujui : 12 Desember 2020, Dipublikasikan : 31 Desember 2020
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.26623>

I.R.D. Anjarsari · M. Ariyanti · S. Rosniawaty
Departemen Budidaya Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Korespondensi: intan.ratna@unpad.ac.id

Pendahuluan

Komoditas teh memiliki peranan penting dalam perekonomian nasional, yaitu sebagai sumber pendapatan petani, penyerapan tenaga kerja, sumber devisa negara, serta mendorong agro-industri pengembangan wilayah dan pelestarian lingkungan. Pada umumnya tanaman teh nasional dikembangkan di Indonesia sejak jaman Belanda. Tanaman teh yang diusahakan oleh rakyat mulai dikembangkan sekitar tahun 1980-an, namun belum dilakukan peremajaan, sehingga kondisi tanaman pada umumnya merupakan tanaman tua/rusak dengan produktivitas yang sudah menurun dan sudah saatnya dilakukan perbaikan budidaya melalui rehabilitasi dan intensifikasi tanaman (Kementerian Pertanian, 2013).

Ditinjau dari besarnya kontribusi luasan teh oleh masing-masing kelompok pengusahaan, sebagian besar luas areal teh di Indonesia pada tahun 2013-2017 berasal dari perkebunan rakyat (PR), yaitu sebesar 45,52%, sedangkan perusahaan besar negara (PBN) berkontribusi sebesar 30,47% dan perusahaan besar swasta (PBS) sebesar 24,01%. Selama periode 2017-2021 diperkirakan rata-rata penurunan produksi teh sebesar 0,78% per tahun (Zikria, 2017).

Produksi teh sangat bergantung pada musim dan dampak perubahan iklim pun mulai dirasakan di perkebunan teh. Peningkatan curah hujan, musim kemarau yang cukup kering dan panjang akibat pergeseran musim, meningkatnya siklus anomali musim kemarau, musim hujan, dan berkurangnya kelembaban tanah akan mengganggu sektor pertanian, salah satunya pada sub sektor perkebunan tanaman teh (Setyolaksono, 2014).

Menurut Lambers *et al.* (2008), ekofisiologi tanaman adalah ilmu tentang respon fisiologis tanaman terhadap lingkungan. mekanisme fisikanya, kimia, dan lingkungan biotik yang dapat mempengaruhi pertumbuhan, reproduksi, kelangsungan hidup, adaptasi, dan evolusi tanaman. Pengelolaan kebun yang tepat berdasarkan ekofisiologi meliputi pengelolaan faktor internal dan eksternal di perkebunan teh, meliputi tanaman, iklim, dan hara yang cukup. Selain dapat meningkatkan pertumbuhan dan kuantitas pucuk teh, juga diharapkan dapat meningkatkan kualitas teh, diantaranya kandungan antioksidan katekin pada daun teh.

Pokok Bahasan

Dasar ekofisiologis dalam pertumbuhan dan pembentukan hasil teh: Ekofisiologi teh membahas proses fisiologis utama yang bertanggung jawab untuk pertumbuhannya (misalnya produksi biomassa) dan hasil (misalnya produksi pucuk). Kecepatan proses fisiologis ditentukan oleh faktor genotip dan lingkungan yang pada akhirnya menentukan produktivitas dan bergantung pada genotipe teh, baik benih maupun bahan tanaman yang diperbanyak secara vegetatif. Gambar 1 menggambarkan kerangka dasar untuk menggambarkan dasar ekofisiologis hasil teh. Alur yang menunjukkan dasar ekofisiologis dari penentuan hasil teh dikutip dari De Costa *et al.* (2007).

Beberapa aspek fisiologis yang menentukan hasil dan kualitas teh diantaranya:

Faktor Internal

Fotosintesis. Fotosintesis, mobilisasi asimilasi dan hubungan *source-sink* adalah parameter yang saling terkait dalam menentukan produktivitas. Varietas tanaman teh yang dibudidayakan sangat heterogen, oleh karena itu tingkat variasi yang ditunjukkan secara fenotipik dan fisiologis juga sangat luas (Kumar, 2002). Fotosintat yang dihasilkan oleh daun dewasa memiliki banyak kegunaan dalam daun dan juga ditranslokasi sebagai sukrosa ke organ non-fotosintesis (*sink*). Proses yang menentukan berapa banyak karbon yang dialokasikan untuk setiap penggunaan disebut partisi fotosintat atau partisi karbon. Setelah tiba di *sink*, fotosintat dipartisi lagi untuk digunakan sebagai sumber energi, atau untuk memung-kinkan pertumbuhan terjadi, atau untuk penyimpanan dalam bentuk karbohidrat, protein, dan minyak. Ini memiliki dampak yang cukup besar pada hasil panen, nilai gizi dan sifat pengolahannya (Halford, 2010). Kedalaman kanopi 15-20 cm dianggap cukup proporsional berkontribusi untuk fotosintesis (De Costa *et al.*, 2007). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Muningsih *et al.* (2016) menunjukkan bahwa kerimbunan daun dalam satu perdu berpengaruh terhadap intensitas cahaya dan sebaran cahaya yang diterima oleh masing-masing helai daun yang berpengaruh terhadap naiknya suhu daun. Perbedaan penerimaan cahaya dalam tajuk berkaitan dengan banyaknya cahaya yang diterima pada masing-masing lapisan dan indeks luas daun (ILD) pada tiap tanaman.

Daun Pemeliharaan (*maintenance foliage*).

Daun pemeliharaan merupakan bagian penting dalam mengoptimalkan proses metabolisme pada tanaman teh khususnya pada proses fotosintesis. Daun pemeliharaan merupakan bagian dari perdu teh yang terdiri dari 4-5 lapis daun di bawah bidang petik. Pada tanaman teh, bagian ini dikenal sebagai mesin fotosintesis karena proses fotosintesis pada tanaman teh berlangsung pada daun pemeliharaan. Ketebalan ideal lapisan daun pemeliharaan berkisar 15 – 20 cm (PPTK Gambung, 2009) yang menunjukkan penerimaan cahaya maksimal terjadi pada daun-daun lapisan kanopi atas (De Costa *et al.*, 2007). Hasil penelitian yang dilakukan Johan (2005) menunjukkan bahwa pemangkasannya pada musim kemarau dapat mengakibatkan kerusakan pada tanaman seperti gugurnya daun-daun pemeliharaan serta terbentuknya lapisan gabus pada akar yang lebih tua. Pada musim kemarau, tanaman terlalu lama tidak berdaun cukup sehingga menyebabkan habisnya cadangan pati dalam akar.

Klorofil. Faktor kandungan klorofil menjadi tolok ukur demi menjamin keberlangsungan fotosintesis pada daun pemeliharaan. Klorofil adalah pigmen vital untuk fotosintesis karena berhubungan langsung dengan penyerapan radiasi aktif fotosintesis (*photosynthetically active radiation*, PAR). Terdapat korelasi yang erat antara daun kandungan klorofil dan N (Clevers and Kooistra, 2012; Schlemmer *et al.*, 2013). Baret *et al.* (2007) menemukan bahwa kandungan klorofil pada kanopi berkaitan erat dengan level N kanopi dan status N dapat dinilai melalui kandungan klorofil. Pigmen penting dalam teh hijau adalah klorofil yang terkandung dalam daun teh dan semua bagian tanaman hijau. Klorofil adalah sekelompok pigmen hijau yang dapat ditemukan dalam jaringan fotosintesis, merupakan elemen kunci fotosintesis, yang diperlukan untuk penyerapan cahaya (Hörtensteiner and Kräutler, 2011).

Jenis klon. Tanaman teh memiliki masa hidup ekonomi 50 – 60 tahun. Namun, beberapa perkebunan teh yang ada berusia lebih dari 80 – 100 tahun. Sejak pengembangan perbanyak vegetatif (*vegetative propagation* (VP)), hampir semua penanaman teh baru telah diperbanyak secara vegetatif dengan stek batang atau dengan stek daun. Keuntungan utama teh VP dibandingkan ‘teh semai’ (teh diperbanyak dengan biji) adalah keseragaman yang lebih besar dalam morfologi dan fisiologi.

Keseragaman ini ditambah dengan fleksibilitas yang lebih besar dalam pemilihan dan pengembangan klon, melalui perbanyak vegetatif juga memungkinkan pengembangan klon yang menghasilkan jauh lebih tinggi daripada teh semai. Namun, pentingnya teh semai tidak boleh diabaikan karena keberadaannya di berbagai perkebunan dan kebun benih berguna untuk menyediakan keragaman genetik yang sangat berharga serta diperlukan untuk perbaikan tanaman (De Costa *et al.*, 2007). Berbagai teknologi adaptasi dalam mengatasi perubahan iklim terhadap tanaman teh antara lain melalui pemilihan klon-klon baru yang tahan terhadap cuaca ekstrim agar produksi teh tetap stabil (Yuliana *et al.*, 2013). Hasil penelitian Rachmiati (2010) menyimpulkan beberapa hal tentang penelitian *grafting* untuk mengurangi risiko kemarau, yaitu dengan mencoba penyambungan klon di pembibitan berupa Klon TRI 2025/Klon GMB 9, Klon TRI 2025/Klon GMB 2, Klon PS 1/Klon GMB 2, Klon GMB2/Klon PS 1, Klon GMBm1/Klon GMB 2, Klon GMB 1/Klon GMB 9, Klon GMB 10/Klon GMB 1, Klon GMB 10/Klon GMB 9, Klon GMB 11/Klon GMB 7, Klon GMB 1/Klon GMB 9, Klon GMB 1/Klon GMB 3, Klon GMB 7/Klon GMB 9, dan Klon GMB 2/Klon GMB 9. Persentase hidup yang tinggi di antaranya terdapat pada *grafting* Klon TRI 2025/Klon GMB 9, Klon TRI 2025/Klon GMB 2, Klon GMB 1/Klon GMB 2, Klon GMB 7/Klon GMB 9, dan Klon GMB 2/Klon GMB 9. Kombinasi dari klon-klon tersebut memperlihatkan pertumbuhan akar, tinggi benih, dan jumlah daun yang relatif lebih baik. Sementara itu, kombinasi PS 1/GMB 9, Gedeh 1/GMB 7, dan Gedeh 1/GMB 9 memperlihatkan pertumbuhan yang relatif sangat lambat, sehingga mengindikasikan adanya ketidakcocokan (inkompatibilitas) antara batang atas dengan batang bawah. Namun pada dasarnya penggunaan benih unggul merupakan salah satu teknologi yang sangat berperan penting dalam menjaga produktivitas tanaman teh. Idealnya, benih yang digunakan harus memiliki beberapa keunggulan, antara lain berpotensi hasil tinggi, toleran terhadap kekeringan, tahan terhadap serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT), dan memiliki *inner quality* yang baik (Sriyadi, 2012).

Nutrisi mineral. Fotosintesis teh sangat terkait dengan kandungan N dalam daun (Anandacoomaraswamy *et al.*, 2002). Klorofil

diketahui berkontribusi terhadap kehitaman teh jadi, hal ini berkaitan dengan proses pengolahan teh hitam dimana klorofil mengalami reaksi kimia selama proses pengolahan dan dipecah selama proses fermentasi. Klorofil dirubah menjadi feofitin dalam suasana asam feofitin diubah menjadi feofirbid yang berwarna hijau kecoklatan (Baruah *et al.* 2012). Peningkatan aplikasi N dan K meningkatkan kandungan klorofil di kedua jenis daun, yaitu daun muda (*immature leaves*) dan daun dewasa (*mature leaves*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyemprotan 2% K_2SO_4 meningkatkan toleransi kekeringan kultivar TRI 2026 dan TRI 4049 melalui penyesuaian osmotik (Mohotti and Lawlor, 2002). Pemupukan teh saat ini masih bergantung pada pemupukan anorganik untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil. Menurut Rachmiati *et al.* (2014), permasalahan utama penggunaan pupuk anorganik pada perkebunan adalah sangat tergantung dari keadaan iklim, terutama curah hujan. Alternatif lain pemenuhan beberapa unsur hara adalah melalui pemupukan hayati (*biofertilizer*), baik yang bersifat simbiotik maupun non simbiotik, hal ini dikarenakan mikroba-mikroba tersebut dapat terus bermanfaat selama tanaman teh tumbuh. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Pranoto dan Mieke (2014) menunjukkan bahwa beberapa mikroba yang diketahui efektif sebagai sumber unsur hara nitrogen di antaranya *Azotobacter* sp dan bakteri endofitik spesial tanaman teh.

Faktor Eksternal :

Perubahan Iklim. Perubahan iklim diperkirakan tidak hanya mengurangi kualitas teh, tetapi juga kuantitas produksi teh sebagai konsekuensi dari peningkatan erosi tanah, hama, dan penyakit yang menjadi lebih resisten (Wijeratne, 2007). Menurut Ethical Tea Partnership (2011), perubahan iklim menyebabkan ancaman bagi tanaman teh karena teh merupakan tanaman yang tergantung pada curah hujan yang terdistribusi dengan baik, sehingga perubahan iklim pada tanaman teh sangat terasa terutama pada penurunan produksi pucuk. Selain itu, faktor lingkungan berhubungan erat dengan laju fotosintesis dan kandungan klorofil. Klorofil berkorelasi positif dengan suhu rata-rata harian, suhu harian tertinggi, suhu harian terendah, dan kelembaban relatif (Wei *et al.*, 2011).

Berdasarkan beberapa hasil penelitian Dalimoenthe *et al.* (2016), perubahan iklim yang

ditandai dengan peningkatan bulan kering menyebabkan terjadinya penurunan produktivitas teh di tiap ketinggian tempat akibat El-Nino tahun 2009-2010. Rerata produktivitas tahun 2011-2014 di dataran tinggi (2.155 kg/ha), sedang (1.323 kg/ha), dan rendah (1.096 kg/ha) lebih rendah dibandingkan tahun 2006-2008 yaitu masing-masing 2.328 kg/ha (dataran tinggi), 1.760 kg/ha (dataran sedang), dan 1.652 kg/ha (dataran rendah).

Teknologi dalam mengantisipasi dampak perubahan iklim menghadapi La Nina di antaranya adalah dengan pembuatan rorak, saluran erosi, pemberian mulsa, pengelolaan pohon pelindung, pengendalian hama dan penyakit tanaman, serta aplikasi pupuk hayati (*bio-fertilizer*). Teknologi dalam mengantisipasi El Nino dapat dilakukan di antaranya melalui pemupukan K, aplikasi ZPT, pemangkas dan pemupukan sebelum pangkas, pemupukan setelah kemarau, pengelolaan dan penanaman pohon pelindung, pemberian mulsa dan bahan organik, irigasi dan pemanfaatan embung, serta penanaman bibit teh tahan kekeringan melalui teknik *grafting* (Dalimoenthe *et al.*, 2016).

Suhu. Meningkatnya suhu dan cuaca ekstrem merupakan ancaman signifikan terhadap ketahanan sistem produksi teh karena teh adalah salah satu spesies pohon yang paling terpengaruh oleh perubahan cuaca (Ranjitkar *et al.*, 2016). Suhu udara ideal untuk pertumbuhan tanaman teh adalah 13 °C – 25 °C. Umumnya, peningkatan suhu yang moderat meningkatkan hasil teh, namun di atas suhu yang optimal peningkatan suhu lebih lanjut dapat menurunkan produktivitas perkebunan teh (Gunathilaka *et al.*, 2017). Menurut Bhagat *et al.* (2010) suhu di atas 30 °C dan di bawah 13 °C adalah berbahaya bagi pertumbuhan semak teh.

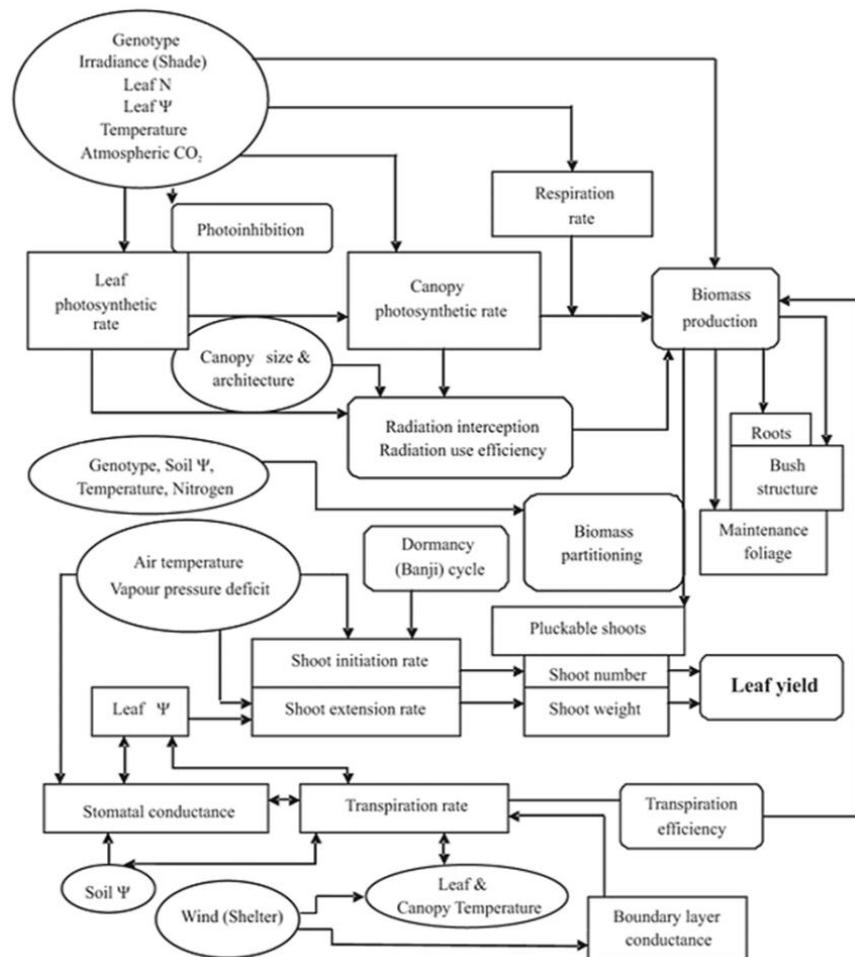
Cahaya matahari yang cerah dan kelembaban relatif pada siang hari tidak kurang 70%. Radiasi matahari berperan besar terhadap pertumbuhan pucuk. Produksi bahan kering dari suatu vegetasi merupakan fungsi dari intersepsi radiasi fotosintesis aktif (PAR) (Mariscal, 2000; Monteith, 1994) dan biomassa akhir dari tanaman berbanding lurus dengan akumulasi intersepsi selama periode tanam (400 MJ m^{-2}), (Purcell *et al.*, 2002). Paparan radiasi yang cukup kuat pada tanaman teh akan mengurangi aktivitas komponen fotosintesis (Baker and Bowyer, 1994).

Variasi produksi bahan kering dapat meningkat karena perbedaan dalam jumlah

intersepsi radiasi kumulatif (Hamzei and Soltani, 2012). Secara umum, produktivitas setiap tanaman tergantung pada total karbon yang terakumulasi pada tingkat fotosintetis per unit luas daun. (Mohotti and Lawlor, 2002). Meskipun *Photosintetic Active Radiation* (PAR) mewakili sebagian kecil dari total energi radiasi matahari namun PAR memainkan peran utama pada sistem biologis melalui pengaturan laju fotosintesis kanopi (Shulski *et al.*, 2004). Intensitas radiasi adalah faktor penting karena mempengaruhi status fotoinhibisi (Smith *et al.*, 1993). Pada komoditas kopi, yang fisiologisnya mirip seperti teh, juga merespons hal yang sama terhadap radiasi dan naungan (Ramalho *et al.*, 1997; Nunes *et al.*, 1993). Makin banyak sinar matahari makin cepat pertumbuhan, sepanjang curah hujan mencukupi.

Curah Hujan. Kekeringan menyebabkan defisit air dalam tanah dan mengakibatkan menurunnya pertumbuhan tanaman. Menurut

Dalimoenthe dan Rachmiati (2009), pada kondisi kadar air tanah <30%, pertumbuhan tanaman teh mulai terhambat, sementara pada kadar air <15% akan menyebabkan kematian pada tanaman teh karena defisit ketersediaan air. Faktor iklim yang berperan penting adalah adalah curah hujan. Curah hujan optimum untuk pertumbuhan teh berkisar 223-417 mm/bulan. Penurunan curah hujan sebesar 100 mm per bulan menyebabkan hasil teh menurun sebesar 30-80 kg/ha/bulan (Supriadi dan Rokhmah, 2014). Hujan yang terus menerus menurunkan kualitas teaflavin dan catechin (Muthumantri *et al.*, 2013). Selanjutnya menurut Chou *et al.* (1999) bahwa kandungan katekin dalam daun teh bervariasi bergantung pada musim. Produk teh yang terbuat dari daun teh yang dipanen di musim panas menunjukkan kandungan katekin yang lebih tinggi dibandingkan musim hujan.



Gambar 1. Alur yang menunjukkan dasar ekofisiologis dari penentuan hasil teh.
(Sumber : De Costa *et al.*, 2007)

Kesimpulan

Proses ekofisiologis pada tanaman teh bisa dioptimalkan dengan memaksimalkan beberapa faktor internal dan eksternal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, kuantitas dan kualitas teh. Pengelolaan kebun yang tepat meliputi pengelolaan perkebunan teh meliputi tanaman, iklim dan hara yang cukup akan meningkatkan pertumbuhan dan kuantitas pucuk teh, juga diharapkan dapat meningkatkan kualitas teh, diantaranya antioksidan berupa katekin teh.

Daftar Pustaka

- Anandacoomaraswamy A, W.A.J.M. De Costa, P.L.K Tennakoon,A. Van der Werf .2002 The physiological basis of increased biomass partitioning to roots upon nitrogen deprivation in young clonal tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz). *Plant Soil* 238:1-9.
- Baker N.R., Bowyer J.R., 1994. Photo inhibition of photosynthesis from molecular mechanism to the field. Oxford, UK.
- Baret, F., V.Houles and M. Guerif. 2007. Quantification of plant stress using remote sensing observations and crop models: The case of nitrogen management. *Journal of Experimental Botany*, 58(4), 869-880. DOI : <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erl231>.
- Baruah, D., L.P Bhuyan, M. Hazarika. 2012. Impact of moisture loss and temperature on biochemical changes during withering stage of black tea processing on four tocklai released clones. *Journal of Research*. 59(2): 132-142.
- Bhagat, R.M., R.D Baruah and S. Safique. 2010. Climate And Tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] Production With Special Reference To North Eastern India : A Review. *Journal of Environmental Research and Development*. 4(4) : 1017-1028.
- Chou, C., L. Lin, K. Chung. 1999. Antimicrobial activity of tea as affected by the degree of fermentation and manufacturing season. *Int. J.Food Microb.* 48: 125-130.
- Clevers, J. G. P. W. and L. Kooistra, . 2012. Using hyperspectral remote sensing data for retrieving canopy chlorophyll and nitrogen content. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 5, 574-583.
- Dalimoenthe, S.L. dan Y. Rachmiati .2009. Dampak perubahan iklim terhadap kadar air tanah di perkebunan teh. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 12(3) 2009: 59-66.
- Dalimoenthe, S. L. 2016. Teknologi Sustainable Pucuk Teh (*Camellia sinensis*). Dalam Prosiding Pertemuan Teknis Industri Teh Berkelanjutan Sustainable Tea. Penerbit Lembaga Riset Perkebunan Indonesia Pusat Penelitian Teh dan Kina. Gambung.
- De Costa, W.A.J.M, A.J. Mohotti, A.J.and A. Madawala . Wijeratne. 2007. Ecophysiology of tea (Review). *Braz. J. Plant Physiol.*, 19(4):299-332, 2007
- Ethical Tea Partnership (ETP). 2011. Climate change adaptation in the Kenyan tea sector. Available online at <https://www.ethicalteapartnership.org/wp-content/uploads/Climate-change-140611LRFi.pdf> (Diakses 20 September 2020).
- Gunathilaka, R.P.D., J.C.R.Smart, C.M. Fleming. 2017. The impact of changing climate on perennial crops: The case of tea production in Sri Lanka. *Clim. Chang.*140: 577-592.
- Halford N. G. 2010. Photosynthate partitioning, in Plant Developmental Biology - Biotechnological Perspectives, eds Pua E. C., Davey M. R., editors. (Berlin; Heidelberg: Springer;), 67-82
- Hamzei J. & Soltani J .2012. Deficit irrigation of rapeseed for water-saving: effects on biomass accumulation, light interception and radiation use efficiency under different N rates. *Agric Ecosyst Environ.* 155(28):153-160.
- Hörtensteiner S and B. Kräutler. 2011. Chlorophyll breakdown in higher plants. *Biochim Biophys Acta* 1807: 977-988
- Johan, M.E. 2005. Pengaruh Tinggi Pangkasan dan Tinggi Jendangan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Pucuk Basah Pada Tanaman Teh Asal Biji. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 8 (1-2) : 43-48
- Kementerian Pertanian. 2013. Outlook Komoditas Teh 2013. Available online at [http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/arxiv-outlook/250-outlook-komoditas-teh-2013](http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/arsip-outlook/250-outlook-komoditas-teh-2013) (diakses 20 September 2020)
- Kumar, R. 2002. Photosynthesis and partitioning of assimilates in relation to productivity in tea. UPASI Tea Research Foundation, Nirar

- Dam BPO, Valparai, Coimbatore District 642 127, TN, India.
- Lambers, Hans, Chapin III, F. Stuart, Pons, L. Thijs . 2008. Plant Physiological Ecology. Springer.
- Mariscal, M., F. Orgaz, F.J. Fillaloboz. 2000. Radiation-use efficiency and dry matter partitioning of a young olive (*Olea europaea*) orchard. Radiation-use efficiency and dry matter partitioning of a young olive (*Olea europaea*) orchard. *Tree Physiology*. 20(1):65-72
- Mohotti A.J. and D.W. Lawlor. 2002. Diurnal variation of photosynthesis and photoinhibition in tea: effects of irradiance and nitrogen supply during
- Monteith J.L., 1994. Validity of the correlation between intercepted radiation and biomass. *Agric For Met.* 68:213-220.
- Muningsih ,R. D. Indradewa , E. Sulistyaningsih. 2014. Karakter Fisiologis dan Hasil Pucuk Teh pada Beberapa Umur Pangkas Produksi dan Tinggi Tempat Physiological Characters and Yield of Tea Shoots at Some Age of Production Pruning and Altitude . Ilmu Pertanian Vol. 17 No.1, 2014 : 25 – 36
- Muthumani, T, D. P. Verma, S. Venkatesan and R. S. Senthil Kumar. 2013. Influence of climatic seasons on quality of south Indian black teas *J. Nat. Prod. Plant Resour.*, 2013, 3(1):30-39
- Nunes M.A., Ramalho J.D.C.& Dias M.A., 1993. Effect of nitrogen supply on the photosynthetic performance of leaves from coffee plants exposed to bright light. *J of Expt Botany*. 44: 893-899.
- Pranoto, E. dan M. Setiawati. 2014. Perbandingan beberapa bakteri pelarut fosfat eksogen pada tanah andisol sebagai areal pertanaman teh dominan di indonesia *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*. 18(2):159-164.
- Purcell L.C., R.A. Ball, J.D. Reaper, & E.D. Vories. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soyabean at different plant population densities. *Crop Science*. 42(1): 172- 177.
- Rachmiati, Y., 2010. Pengelolaan Tanaman Teh dan Lingkungan secara Terpadu untuk Mengurangi Risiko Kemarau. Laporan APBN tahun 2010. PPTK Gambung.
- Rachmiati,Y., Karyudi, B. Sriyadi,S.L. Dalimoenthe, P. Rahardjo, dan E. Pranoto. 2014. Teknologi Pemupukan dan Kultur Teknis yang Adaptif terhadap Anomali Iklim pada Tanaman Teh. Conference Paper "Upaya peningkatan produktivitas di perkebunan dengan teknologi pemupukan dan antisipasi anomali iklim. Available online at <https://www.researchgate.net/publication> (diakses 20 September 2020)
- Ramalho J.C., T.L Pons, H.W. Groenveld and Nunes M.A., 1997. Photosynthetic responses of *Coffea arabica* leaves to a short-term high light exposure in relation to N availability. *Physiologia Plantarum*. 101: 229-239.
- Ranjitkar, S., N.M Sujakhu, Y. Lu, Q. Wang, M.Wang, J. He and P.E.Mortimer. 2016. Climate modelling for agroforestry species selection in Yunnan Province, China. *Environmental Modelling & Software*. 75: 263-72
- Schlemmer, M., A.A. Gitelson, J. Schepers, R. Ferguson, Y. Peng, J. Shanahan. 2013. Remote estimation of nitrogen and chlorophyll contents in maize at leafand canopy levels. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 25, 47-54.
- Setyolaksono, M.P. 2014. Perubahan Iklim, Dampak dan Pengaruhnya. Available online at <http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptpa> mbon (diakses 20 September 2020)
- Shulski M.D., Elizabeth A., Shea W., Hubbard K.G., Yuen G.Y. & Horst G., 2004. Penetration of photosynthetically active and ultraviolet radiation into alfalfa and tall fescue canopies. *Agron J*. 96: 1562-1571.
- Smith B.G., W. Stephens, P.J. Burgess and M.K.V Carr. 1993. Effects of light, temperature, irrigation and fertilizer on photosynthetic rate in tea (*Camellia sinensis* L.). *Expt Agric.* 29: 291- 306.
- Supriadi, H. dan D.N. Rokhmah. 2014. Teknologi adaptasi untuk mengatasi perubahan iklim pada tanaman teh. *Sirinov*, 2(3): 147-156.
- Sriyadi, B. 2012. Seleksi klon teh Assamica unggul berpotensi hasil dan kadar katekin tinggi. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*. 15 : 1-10
- Wei K, L. Wang J. Zhou , W. He, J. Zeng ,Y. Jiang ,H. Cheng. 2011. Catechin contents in tea (*Camellia sinensis*) as affected by cultivar and environment and their relation to chlorophyll contents. *Food Chem* 125: 44-48

Wijeratne, M.A., A. Anandacoomaraswamy, M.K.S.L.D. Amarathunga, J. Ratnasiri, B.R.S.B. Basnayake, N. Kalra. 2007. Assessment of impact of climate change on productivity of tea (*Camellia sinensis* L.) plantations in Sri Lanka. *J. Natl. Sci. Found.*, 35, 119–126.
Yuliana, R. A., D. Indradewa, dan E. Ambarwati.

2013. Potensi hasil dan tanggapan sembilan klon teh terhadap variasi curah hujan di Kebun Bagian Pagilaran. *Vegetalika* 2(3): 54-67

Zikria, R. 2017. Outlook teh 2017 : Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.

Raisya, E. · D.S. Sobarna · A. Nuraini · S. Mubarok · E. Suminar · M. Akutsu

Multiplikasi *in vitro* stroberi kultivar tochiotome dengan penambahan jenis dan konsentrasi sitokinin untuk perbanyakan bibit

Sari Perbanyakan tanaman stroberi secara konvensional dilakukan dengan menggunakan stolon, tetapi kurang efektif serta kualitas bibit yang dihasilkan kurang baik akibat adanya akumulasi penyakit. Budidaya stroberi memerlukan adanya perbanyakan bibit secara massal, tetapi tidak mengubah kualitasnya. Multiplikasi *in vitro* menjadi solusi untuk penyediaan bibit berkualitas dalam jumlah besar. Upaya untuk mendapatkan tunas *in vitro* dalam jumlah banyak yakni perlu adanya penambahan zat pengatur tumbuh golongan sitokinin seperti Benzylaminopurine (BAP) atau Thidiazuron (TDZ). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan menetapkan jenis serta konsentrasi sitokinin dengan hasil terbaik dalam multiplikasi stroberi kultivar Tochiotome. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman, Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari tujuh perlakuan yang diulang lima kali, yaitu: Kontrol (tanpa sitokinin); BAP (0,25 ppm; 0,50 ppm; 0,75 ppm), dan TDZ (0,25 ppm; 0,50 ppm; 0,75 ppm). Hasil dari percobaan menunjukkan bahwa penambahan sitokinin tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas dan bobot segar planlet. Media perlakuan kontrol dapat menghasilkan jumlah akar lebih banyak dibandingkan dengan media ditambah sitokinin. Penambahan BAP 0,50 ppm berpengaruh positif terhadap jumlah daun dan dapat menghasilkan *runner* secara *in vitro*. Pemberian BAP 0,50 ppm cenderung dapat meningkatkan dan mempercepat produksi bibit tanaman stroberi kultivar Tochiotome.

Kata kunci: Benzylaminopurine (BAP) · Thidiazuron (TDZ) · Stroberi · Kultur jaringan

In vitro multiplication of strawberries ‘tochiotome’ with addition of types and concentrations of cytokinin for seed propagation

Abstract. Stolon is used for conventional propagation of strawberry, but it is less effective and the quality of the seeds is not good due to the accumulation of disease. In vitro multiplication becomes a solution for the supply of quality seeds in a fast time. The addition of growth regulator cytokinin, such as Benzylaminopurine (BAP) or Thidiazuron (TDZ) can produce the large number of shoot. The objective of this study was to obtain the best type and concentration of cytokinin in the multiplication of strawberry ‘Tochiotome’. The study was conducted at the Plant Tissue Culture Laboratory, Seed Technology, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with seven treatments and five replications, that were: Control (without cytokinin); BAP (0.25 ppm; 0.50 ppm; 0.75 ppm), and TDZ (0.25 ppm; 0.50 ppm; 0.75 ppm). The results indicated that addition of cytokinin did not affect increasing number of shoots and fresh weight of plantlets. Control media can produce larger number of roots than those containing PGRs, this might be due to the endogenous auxin concentrations found in strawberry plants. Also, cytokinin inhibited root formations process. Plants treated with BAP 0.50 ppm increased for the number of leaves and produced runners in vitro. This study showed application of BAP with 0.50 ppm increased and accelerated the production of strawberry ‘Tochiotome’ seedlings.

Keywords: Benzylaminopurine (BAP) · Thidiazuron (TDZ) · Strawberry · Tissue culture

Diterima : 12 April 2020, Disetujui : 28 Desember 2020, Dipublikasikan : 31 Desember 2020
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.26932>

Raisya, E.¹ · D.S. Sobarna¹ · A. Nuraini¹ · S. Mubarok¹ · E. Suminar¹ · M. Akutsu²

¹Departemen Budidaya Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²Kyushu University Japan

Korespondensi: syariful.mubarok@unpad.ac.id

Pendahuluan

Buah stroberi dapat dikonsumsi berupa buah segar, beku, maupun dibuat menjadi olahan (Hanif, 2015). Stroberi 'Tochiotome' asal Jepang memiliki buah berwarna merah cerah dan mengkilap serta sangat cocok digunakan sebagai bahan olahan karena memiliki rasa manis dan masam yang seimbang. Stroberi termasuk kedalam kelompok pangan *Desireable Dietary Pattern* (Pola Pangan Harapan/ PPH) yang berfungsi sebagai sumber vitamin dan mineral yang baik untuk kondisi gizi.

Masyarakat mulai sadar akan kesehatan menyebabkan permintaan buah stroberi dalam negeri pun mengalami peningkatan (Budiono *et al.*, 2016). Namun, kebutuhan buah dalam negeri masih dipasok oleh impor dari berbagai negara.

Data Pemasukan dan Pengeluaran Benih Hortikultura tahun 2017 menunjukkan bahwa nilai impor stroberi pada tahun 2016 sebanyak 307.000 bibit tanpa adanya ekspor ke luar negeri (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2017). Data Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura tahun 2019 menunjukkan bahwa produksi buah stroberi di Indonesia pada tahun 2013 sebanyak 90,352 ton mengalami penurunan tiap tahunnya dan hanya menghasilkan 8,528 ton pada tahun 2018. Salah satu faktor utama yang menjadi pembatas pada budidaya stroberi di Indonesia adalah ketersediaan benih berkualitas dan bebas penyakit.

Penyediaan benih stroberi selama ini dilakukan secara konvensional dengan menggunakan stolon (Bimantara *et al.*, 2018). Stroberi yang diperbanyak secara konvensional dengan menggunakan stolon terbukti kurang efektif karena banyaknya infeksi pathogen yang berpengaruh terhadap kualitas tanaman (Ara *et al.*, 2016).

Salah satu upaya untuk menyediakan bibit dalam jumlah besar yang bebas patogen adalah melalui kultur jaringan. Kultur jaringan atau *in vitro* memiliki banyak keuntungan, seperti perbanyakan secara massal, keseragaman genetik, bebas virus, produksi tanaman separjang tahun yang tidak mengenal musim, stok tanaman induk mikro yang terpelihara, dan dapat memperbanyak tanaman yang sulit dikembangbiakkan dalam jumlah besar (Taji *et al.*, 1997). Keberhasilan perbanyakan tanaman dengan kultur jaringan adalah rasio antara tunas dan akar yang terbentuk. Rasio antara tunas dan

akar yang terbentuk sangat ditentukan oleh komposisi zat pengatur tumbuh (Bimantara *et al.*, 2018). Triningsih *et al.* (2013) mengemukakan bahwa untuk meningkatkan daya regenerasi eksplan diperlukan penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) sitokinin pada media yang dapat merangsang pertumbuhan tunas dan pembelahan sel, seperti Benzylaminopurin (BAP) dan Thidiazuron (TDZ).

Perbanyak tanaman stroberi yang dilakukan oleh Ashrafuzzaman *et al.* (2013) secara *in vitro* menggunakan media *Murashige and Skoog* (MS) ditambah BAP menunjukkan bahwa penambahan BAP 0,5 mg/L dapat menginduksi tunas dengan jumlah paling tinggi (7 tunas) dibanding dengan perlakuan lainnya. Zat pengatur tumbuh TDZ yang diberikan pada media inokulasi eksplan pisang ambon kuning sebanyak 0,5 mg/L kemudian ditingkatkan menjadi 1 mg/L memberikan peningkatan hasil rata-rata jumlah tunas dari 2,13 menjadi 3,0 tunas per eksplan (Ikhsandi, 2017).

Penggunaan ZPT berupa BAP atau TDZ yang berperan merangsang pertumbuhan tunas dan pembelahan sel diharapkan dapat berpengaruh positif dalam upaya multiplikasi stroberi. Oleh karena itu, perlu dilakukan percobaan untuk mendapatkan jenis dan konsentrasi sitokinin yang tepat untuk multiplikasi stroberi kultivar Tochiotome.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Percobaan dilakukan pada bulan Agustus sampai Desember 2019.

Sterilisasi eksplan. Eksplan yang digunakan yaitu *runner tip* stroberi introduksi Jepang kultivar Tochiotome yang diambil dari tanaman induk di lapangan. Eksplan dibersihkan dengan air mengalir lalu direndam dalam larutan deterjen selama 15 menit kemudian dibilas dengan aquades steril sampai tidak berbusa. Selanjutnya direndam dalam larutan fungisida dan bakterisida selama 20 menit lalu dibilas sebanyak dua kali kemudian direndam dalam larutan clorox 1% selama 20 menit, selanjutnya direndam dalam larutan clorox 0,5% selama 10 menit. Setelah itu, eksplan dibilas dengan aquades steril sampai tidak berbau, kemudian direndam dalam larutan HgCl 0,1% selama 5 menit lalu dikering anginkan.

Media multiplikasi. Media yang digunakan adalah media dasar MS dengan penambahan sitokinin tunggal yang terdiri dari: A (Kontrol/tanpa sitokinin); B (BAP 0,25 ppm); C (0,50 ppm); D (0,75 ppm), E (TDZ 0,25 ppm); F (0,50 ppm); dan G (0,75 ppm).

Analisis data. Penelitian dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari tujuh perlakuan diulang sebanyak lima kali. Analisis data menggunakan analisis varian untuk menguji perlakuan dan mengetahui perbedaan diantara perlakuan dengan taraf signifikan 5%. Apabila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan bantuan *software* SPSS 22.0. Perameter pengamatan meliputi: Jumlah tunas, jumlah akar, jumlah daun, bobot segar, dan jumlah *runner*.

Hasil dan Pembahasan

Jumlah Tunas. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan sitokinin tidak berpengaruh nyata terhadap pembentukan tunas (Tabel 1). Hal tersebut diduga bahwa media dasar *Murashige and Skoog* (MS) telah memiliki nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan eksplan. Media MS dapat memenuhi kebutuhan eksplan pada kultur jaringan karena mengandung makro nutrien, mikronutrien, dan garam-garam mineral yang tersedia (Budiono *et al.*, 2016).

Tabel 1. Rata-rata jumlah tunas 4 MST dan 8 MST

Perlakuan	Jumlah Tunas	
	4 MST	8 MST
A (Kontrol)	1,10 a	2,60 a
B (BAP 0,25 ppm)	1,50 a	3,90 a
C (BAP 0,50 ppm)	2,70 a	6,10 a
D (BAP 0,75 ppm)	2,50 a	4,20 a
E (TDZ 0,25 ppm)	1,40 a	1,70 a
F (TDZ 0,50 ppm)	1,30 a	2,20 a
G (TDZ 0,75 ppm)	1,10 a	2,10 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% menurut Uji Duncan

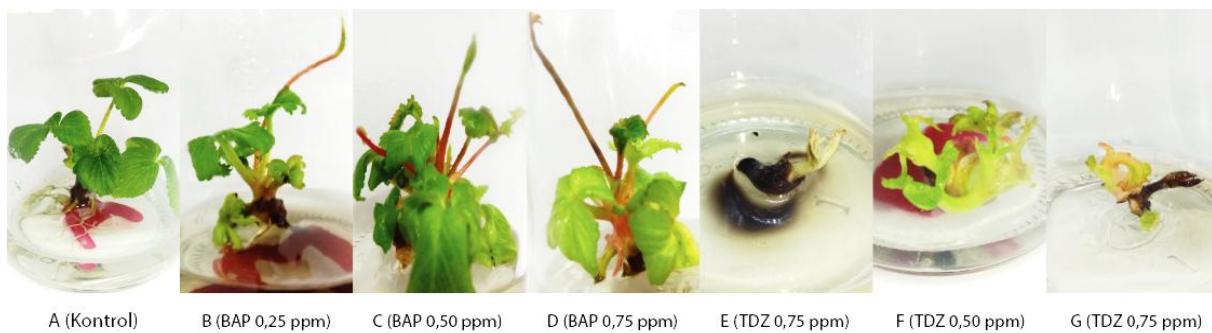
Media MS terdiri dari garam mineral, sumber karbon (umumnya sukrosa), vitamin, dan pengatur tumbuh. Selain mengandung unsur-unsur tersebut, media MS juga

mengandung nutrisi anorganik dengan proporsi yang tepat untuk memenuhi nutrisi serta kebutuhan fisiologis banyak sel dalam kultur jaringan (Gamborg *et al.*, 1976).

Pada Tabel 1, terlihat adanya pertambahan jumlah tunas dari 4 MST ke 8 MST meskipun pengaruhnya tidak nyata, namun penambahan BAP mengindikasikan pertambahan jumlah tunas cenderung lebih banyak dibandingkan dengan penambahan TDZ. Hasil percobaan Quiroz *et al.* (2017) menunjukkan bahwa penggunaan BAP tunggal efektif dalam menghasilkan jumlah tunas paling tinggi pada setiap eksplan. Zat pengatur tumbuh BAP merupakan sitokinin yang paling sering digunakan dalam proliferasi tunas stroberi (Haddadi *et al.*, 2010).

BAP dapat memicu pembelahan sel, proliferasi sel, dan morfogenesis tunas (Smith, 2013). BAP dapat memacu terjadinya proses fotosintesis karena berperan dalam peningkatan produksi klorofil dan merupakan golongan sitokinin aktif yang mendorong proliferasi tunas. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diasumsikan bahwa penggunaan BAP berpotensi baik dalam multiplikasi stroberi. Meskipun hasil analisis statistik jumlah tunas tidak berbeda nyata, tetapi hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bentuk planlet yang dihasilkan pada perlakuan media TDZ cenderung berbeda dengan perlakuan BAP dan kontrol. Hal ini didukung dengan tampilan planlet pada 8 MST (Gambar 1).

Planlet pada perlakuan kontrol memiliki tunas yang tumbuh tegak, berwarna hijau, dan menghasilkan daun trifoliet. Bentuk planlet pada perlakuan BAP serupa dengan kontrol, tetapi jumlah tunasnya yang lebih banyak serta dapat menghasilkan runner (Gambar 1). Sementara itu, penambahan TDZ menghasilkan planlet dengan tunas berukuran pendek, melengkung atau keriting, dan rapat, sehingga sulit dihitung dan dibedakan antar tunas, serta berwarna pucat. Konsentrasi TDZ yang tinggi (lebih dari 1 ppm) memiliki efek negatif terhadap perpanjangan tunas, menghasilkan tunas yang kompak/ rapat, dan ukuran tunas kecil (Ghasemi *et al.*, 2015). Prasiwi dan Wardiyati (2018) menyebutkan bahwa pemberian TDZ dengan konsentrasi terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan eksplan karena penggunaan TDZ pada konsentrasi tinggi berperan sebagai herbisida (Thomas, 2013). Pernyataan yang sama dikemukakan oleh



Gambar 1. Perbedaan bentuk planlet pada umur 8 MST

Huetteman dan Preece (1993) yang menyebutkan bahwa TDZ efektif pada konsentrasi rendah yaitu kurang 1 μM tetapi penggunaan TDZ dapat menghambat elongasi tunas.

Penggunaan TDZ dalam konsentrasi rendah (0-0,50 ppm) dapat memacu pertumbuhan tunas aksilar, sedangkan pada konsentrasi tinggi yaitu lebih dari 0,50 ppm dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan eksplan sehingga menurunkan kemampuan regenerasi tunas (Murthy *et al.*, 1998). Meningkatnya konsentrasi sitokinin dapat menyebabkan penurunan dalam mikropropagasi tunas dan terhambatnya elongasi tunas (Budiono *et al.*, 2016). Sesuai dengan pendapat Debnath (2006) yang menyebutkan bahwa peningkatan konsentrasi TDZ dapat menghambat perpanjangan tunas pada tanaman stroberi.

Jumlah Akar. Tabel 2 menunjukkan sitokinin berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan akar. Jumlah akar paling banyak terdapat pada perlakuan A (tanpa penambahan sitokinin) yaitu sebanyak 1,20 saat 4 MST dan 2,70 saat 8 MST. Sementara itu, eksplan yang ditanam pada media dengan penambahan sitokinin hanya menghasilkan akar dalam jumlah sedikit bahkan tidak memproduksi akar.

Pada perlakuan A (kontrol), akar dapat tumbuh meskipun media tidak diberi tambahan ZPT golongan auksin. Hal tersebut sesuai dengan hasil percobaan yang dilakukan oleh Debnath (2006, 2008), Murthy *et al.* (1998), Haddadi *et al.* (2010, 2013), Ghasemi *et al.* (2015), Quiroz *et al.* (2017), serta Prasiwi dan Wardiyati (2018) yang menunjukkan bahwa akar dapat tumbuh dengan baik pada media tanpa penambahan sitokinin. Akar yang tumbuh diduga karena eksplan mengandung auksin endogen yang cukup tinggi (Murti *et al.*, 2012; Haddadi *et al.*, 2013).

Tabel 2. Rata-rata jumlah akar 4 MST dan 8 MST

Perlakuan	Jumlah Akar	
	4 MST	8 MST
A (Kontrol)	1,20 b	2,70 b
B (BAP 0,25 ppm)	0,00 a	0,90 a
C (BAP 0,50 ppm)	0,10 a	0,90 a
D (BAP 0,75 ppm)	0,20 a	0,10 a
E (TDZ 0,25 ppm)	0,00 a	0,00 a
F (TDZ 0,50 ppm)	0,00 a	0,00 a
G (TDZ 0,75 ppm)	0,00 a	0,00 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% menurut Uji Duncan

Perlakuan penambahan sitokinin BAP menghasilkan jumlah akar yang sedikit dan pendek. Budiono *et al.* (2016) menyebutkan bahwa konsentrasi BA yang tinggi (1-10 mg/L) dapat menginduksi tunas adventif, tetapi menghambat pertumbuhan akar. Akar tidak tumbuh pada media dengan penambahan TDZ. Hal tersebut diduga karena TDZ merupakan sitokinin kuat sehingga menekan produksi akar lebih besar. Konsentrasi sitokinin yang tinggi cenderung menghambat atau memperlambat proses pembentukan akar (Kwaptta *et al.*, 1999).

Jumlah Daun. Jumlah daun pada 4 MST tidak dipengaruhi secara nyata oleh pemberian BAP maupun TDZ, tetapi pada 8 MST pemberian BAP berpengaruh nyata terhadap pembentukan daun (Tabel 3). Penambahan 0,50 ppm BAP menghasilkan jumlah daun lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberi TDZ. Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan jumlah daun pada saat 8 MST. Perlakuan C (BAP 0,5 ppm) menghasilkan jumlah daun lebih banyak, namun tidak berbeda dengan perlakuan A (kontrol), B (BAP 0,25 ppm), dan D (BAP 0,75 ppm). Rata-rata jumlah daun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun 4 MST dan 8 MST

Perlakuan	Jumlah Daun	
	4 MST	8 MST
A (Kontrol)	0,70 a	2,30 ab
B (BAP 0,25 ppm)	0,80 a	3,10 ab
C (BAP 0,50 ppm)	1,70 a	5,10 b
D (BAP 0,75 ppm)	1,50 a	3,30 ab
E (TDZ 0,25 ppm)	0,60 a	0,80 a
F (TDZ 0,50 ppm)	0,70 a	0,90 a
G (TDZ 0,75 ppm)	0,40 a	0,70 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut Uji Duncan

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa jumlah daun paling tinggi terdapat pada perlakuan C (BAP 0,50 ppm) sebanyak 5,10. Hal tersebut sesuai dengan hasil percobaan yang dilakukan oleh Danial *et al.* (2016) yang menunjukkan bahwa jumlah daun stroberi terdapat pada perlakuan media ditambah BAP 0,50 ppm.

Jumlah daun terendah terdapat pada perlakuan G (TDZ 0,75 ppm) yakni sebanyak 0,40 saat 4 MST dan 0,70 saat 8 MST. Hal tersebut diduga karena aplikasi konsentrasi TDZ yang terlalu tinggi sehingga menghambat pertumbuhan eksplan stroberi secara normal. Keadaan tersebut sesuai dengan pendapat (Prasiwi dan Wardiyati, 2018) bahwa pemberian TDZ pada konsentrasi terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan eksplan dan menyebabkan metabolisme terganggu.

Salah satu gangguan metabolisme planlet akibat konsentrasi TDZ yang terlalu tinggi dapat dilihat dari daun yang muncul (Gambar 1). Meskipun menghasilkan daun trifoliet, tetapi daun berbentuk runcing dan berwarna pucat. Ghasemi *et al.* (2015) melaporkan planlet dalam media TDZ memiliki daun yang tipis dan berwarna lebih pucat. Berbeda dengan daun pada perlakuan kontrol dan BAP yang memiliki daun lebar, pinggiran daun bergerigi, dan berwarna hijau.

Bobot Segar Planlet Stroberi. Bobot basah planlet membuktikan bahwa eksplan menyerap nutrisi yang terdapat pada media. Nutrisi yang diserap oleh tanaman digunakan untuk proses pertumbuhan tanaman seperti terbentuknya tunas, daun, dan akar. Sulasiah *et al.* (2015) menyebutkan bahwa hasil bobot segar bergantung pada kecepatan pembelahan sel, perbanyak sel, dan pembesaran tunas.

Tabel 4. Bobot segar planlet stroberi pada umur 8 MST

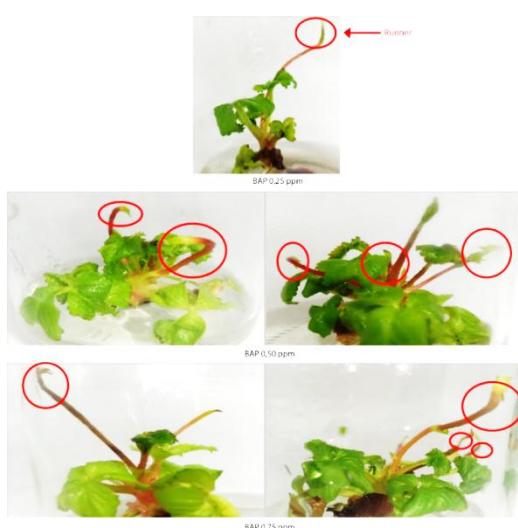
Perlakuan	Bobot segar (g)
A (Kontrol)	0,44 a
B (BAP 0,25 ppm)	0,33 a
C (BAP 0,50 ppm)	0,55 a
D (BAP 0,75 ppm)	0,28 a
E (TDZ 0,25 ppm)	0,29 a
F (TDZ 0,50 ppm)	0,50 a
G (TDZ 0,75 ppm)	0,28 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut Uji Duncan

Meskipun pemberian 0,50 ppm BAP ada indikasi bobot segar planlet tertinggi yakni sebesar 0,55 g, tetapi hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata pada parameter bobot segar setiap perlakuan (Tabel 4). Hal tersebut didasari oleh peranan sitokinin dalam memacu pembelahan sel (Gaspar *et al.*, 1996). Hasil percobaan yang dilakukan oleh Amer *et al.* (2013) menunjukkan bahwa stroberi kultivar Sweet Charlie yang ditanam pada media MS yang ditambah 0,50 ppm Benzyl Adenin (BA) dapat menghasilkan bobot segar dan bobot kering yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lain.

Bobot segar pada perlakuan F (TDZ 0,50 ppm) memiliki nilai yang cukup besar yaitu 0,50 g, tetapi apabila dilihat dari jumlah tunas, jumlah daun, dan jumlah akar yang dihasilkan pada perlakuan ini jauh lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan penambahan BAP. Hal tersebut diduga karena terjadinya gangguan metabolisme pada planlet akibat pemberian TDZ konsentrasi tinggi. Sesuai dengan pendapat Murthy *et al.* (1998) yang menyebutkan bahwa TDZ dapat berpengaruh terhadap tingkat akumulasi mineral atau metabolit lain yang relatif tinggi dalam jaringan, dan hal tersebut merupakan respon tanaman atau planlet terhadap stress. Salah satu pengaruh TDZ tersebut menghasilkan tunas yang lebih tebal (Gambar 1) walapun jumlahnya sedikit.

Jumlah runner *in vitro*. Runner atau stolon dapat menghasilkan anakan yang digunakan sebagai bibit untuk tanaman stroberi. Berdasarkan hasil pengamatan, ditemukan eksplan yang menghasilkan runner pada perlakuan media dengan penambahan BAP. Gambar 2 menunjukkan runner yang terbentuk pada perlakuan media ditambah BAP.



Gambar 2. Runner yang terbentuk pada perlakuan BAP

Sampai saat ini belum ada yang melaporkan bagaimana *runner* stroberi dapat terbentuk secara *in vitro*. Terbentuknya *runner* tersebut diduga karena fungsi dari sitokinin yang dapat memacu pertumbuhan tunas maka dapat berpotensi juga dalam pembentukan *runner* secara *in vitro*.

Fungsi dari sitokinin yaitu berperan dalam merangsang sintesis protein dan berperan juga dalam kontrol siklus sel (George *et al.*, 2008). Sitokinin dapat menginduksi perkembangan tunas aksilar dan adventif serta meningkatkan pembelahan sel. Zat pengatur tumbuh BAP berperan pada tahap multiplikasi karena sitokinin memicu produksi tunas lateral dengan mendorong pembentukan jaringan xylem pada tunas yang akan memudahkan transformasi air dan nutrisi yang mengarah ke pertumbuhan tunas lateral. Selain itu, peran penting sitokinin dalam meningkatkan sintesis RNA, protein, dan enzim di dalam sel yang juga dapat meningkatkan pertumbuhan tunas (Danial *et al.*, 2016)

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Jenis dan konsentrasi sitokinin berpengaruh terhadap jumlah daun, dan akar pada multiplikasi tanaman Stroberi (*Fragaria ananassa*) Tochiotome secara *in vitro*
2. Penambahan BAP 0,50 ppm berpengaruh baik terhadap jumlah daun dan

pembentukan *runner* *in vitro*. Media perlakuan kontrol dapat menghasilkan jumlah akar lebih banyak dibandingkan dengan media ditambah sitokinin. Penggunaan TDZ dengan konsentrasi terlalu tinggi memberikan hasil kurang baik terhadap pertumbuhan tunas, daun, dan akar pada eksplan.

Daftar Pustaka

- Amer, M.S.H., H.M.E. Arisha, A. Bardisi, and D.A.S. Nawar. 2013. In vitro study on strawberry shoot multiplication and rooting by using synthetic plant growth regulators in comparison with moringa leaf extract. Zagazig J. Agric. Res. 40(6): 1071-1082.
- Ara, T., M.R. Karim, and Aziz. 2016. Micropropagation and field evaluation of seven strawberry genotypes suitable for agro-climatic condition of Bangladesh. African J. Agric. Res. 8(13): 1194-1199. doi: 10.5897/ajar12.2255.
- Ashrafuzzaman, M., S.M. Faisal, D. Yadav, D. Khanam, and F. Raihan. 2013. Micropropagation of strawberry (*Fragaria ananassa*) through runner culture. Bangladesh J. Agric. Res. 38(3): 467-472.
- Bimantara, D.S., D. Maghfoer, N. Barunawati, and A. Syahrian. 2018. Multiplikasi kultur meristem stroberi kultivar earlibrite dengan pengambahan konsentrasi hormon BAP dan kinetin. J. Prod. Tanam. 6(3): 432-437.
- Budiono, R., T. Setiawati, G.G. Pitaloka, L. Anggreini, M. Nurzaman, et al. 2016. Mikropropagasi stroberi (*Fragaria x ananassa* Var. earlibrite) dengan penambahan BA (Benzyl adenine) dan IBA (Indole butyric acid) pada media MS (murashige and skoog). Pros. Semin. Nas. II Tahun 2016: 1126-1138.
- Danial, G.H., D.A. Ibrahim, and M.S. Omer. 2016. Response of running shoot tips of strawberry (*Fragaria x ananassa*) for *in vitro* propagation in Kurdistan Region of Iraq. Int. J. Environ. Agric. Biotechnol. 1(2): 164-169. doi: 10.22161/ijeb/1.2.11.
- Debnath, S.C. 2006. Zeatin overcomes thidiazuron-induced inhibition of shoot elongation and promotes rooting in strawberry culture *in vitro*. J. Hortic. Sci.

- Biotechnol. 81(3): 349–354. doi: 10.1080/14620316.2006.11512072.
- Debnath, S.C. 2008. Developing a scale-up system for the in vitro multiplication of thidiazuron-induced strawberry shoots using a bioreactor. Can. J. Plant Sci. 88(4): 737–746. doi: 10.4141/CJPS07147.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2017. Pemasukan dan pengeluaran benih hortikultura. diakses 29 Sept. 2019.
- Gamborg, O.L., T. Murashige, T.A. Thorpe, and I.K. Vasil. 1976. Plant tissue culture media. Soc. Vitr. Biol. 12(7): 473–478.
- Gaspar, T., C. Keveks, C. Penel, H. Greppin, D.M. Reid, et al. 1996. Plant hormones and plant growth regulators in plant tissue culture. Vitr. Cell. Dev. Biol. - Plant 32(4): 272–289. doi: 10.1007/BF02822700.
- George, E.F., M.A. Hail, and G.-J. De Clerk. 2008. Plant Propagation by Tissue Culture 3rd Edition. 3rd ed. Springer.
- Ghasemi, Y., S. Beaicknejad, F. Sohrevardi, M. Sharifani, E. Amiri, et al. 2015. Adventitious shoot and root regeneration of wild strawberry (*F. viridis* Duch.) by means of tissue culture medium optimization. Biol. Forum- An Int. J. 7(2): 436–441.
- Haddadi, F., M.A. Aziz, H. Kamaladini, and S.A. Ravanfar. 2013. Thidiazuron- and zeatin-induced high-frequency shoot regeneration from leafand shoot-tip explants of strawberry. Horttechnology 23(3): 276–281.
- Haddadi, F., M.A. Aziz, G. Saleh, A.A. Rashid, and H. Kamaladini. 2010. Micropropagation of strawberry cv. camarosa: Prolific shoot regeneration from in vitro shoot tips using thidiazuron with n6-benzylaminopurine. HortScience 45(3): 453–456.
- Hanif, Z. 2015. Peningkatan kualitas buah segar stroberi melalui penanganan panen dan pascapanen. diakses pada 20 Januari 2020. <http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id>.
- Huetteman, C.A., and J.E. Preece. 1993. Thidiazuron : a potent cytokinin for woody plant tissue culture. Plant Cell. Tissue Organ Cult.: 105–106.
- Ikhsandi, A. 2017. Pembentukan scalp dan tunas pada kultur in vitro tanaman pisang ambon kuning sebagai respons terhadap berbagai konsentrasi thidiazuron.
- Kwappa, M.B., F. Kalengamaliro, J. Bakuwa, and S. Manyela. 1999. In-vitro rooting and axillary shoots proliferation of *Faidherbia albia* (Del.) A. Chev. under varying levels of plant growth regulator. African Crop Sci. J. 7(4): 303–311.
- Murthy, B.N.S., S.J. Murch, and P.K. Saxena. 1998. Thidiazuron: A potent regulator of in vitro plant morphogenesis. Vitr. Cell. Dev. Biol. - Plant 34(4): 267–275. doi: 10.1007/BF02822732.
- Murti, R.H., S.C. Debnath, and Y.R. Yeoung. 2012. Effect of high concentration of thidiazuron (TDZ) combined with 1H-indole-3-butanoic acid (IBA) on Albion strawberry (*Fragaria × ananassa*) cultivar plantlets induction. African J. Biotechnol. 11(81): 14696–14702–14702. doi: 10.5897/AJB12.1047.
- Prasiwi, I.D., and T. Wardiyati. 2018. Pengaruh pemberian thidiazuron (TDZ) terhadap pertumbuhan tunas nanas (*Ananassa comosus* (L.) Merr.) cv. "Smooth Cayenne" asal mahkota buah. J. Produksi Tanam. 6(1): 9–15.
- Quiroz, K.A., M. Berrios, B. Carrasco, J.B. Retamales, P.D.S. Caligari, et al. 2017. Meristem culture and subsequent micropropagation of Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis* (L.) Duch.). Biol. Res. 50(1): 20. doi: 10.1186/s40659-017-0125-8.
- Smith, R.H. 2013. Plant Tissue Culture : Techniques and Experiment. 3rd editio. Elsevier, Texas.
- Sulasiah, A., C. Tumilisar, and T. Lestaria. 2015. Pengaruh pemberian jenis dan konsentrasi auksin terhadap induksi perakaran pada tunas *Dendrobium* sp secara in vitro. Bioma 11(1): 56–66. doi: 10.21009/bioma11(2).5.
- Taji, A.M., W.A. Dodd, and R.R. Williams. 1997. Plant Tissue Culture Practice. 3rd ed.
- Thomas, J.W. 2013. Synthesis and Evaluation of Novel Chemical Compounds for Weed Management.
- Triningsih, L.A.M. Siregar, and L.A.P. Putri. 2013. Pertumbuhan eksplan Puar Tenangau (*Elettariopsis* sp.) secara in vitro. J. Online Agroekoteknologi 1(2): 276–285.

Mahdfa, A.S. · T. Nurmala · Y. Yuwariah

Pengaruh frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan, hasil, dan fenologi tanaman hanjeli ratun di dataran medium

Sari. Salah satu keanekaragaman tanaman pangan yang dikembangkan untuk mengurangi konsumsi beras yaitu tanaman hanjeli pulut (*Coix lacryma-jobi* L. var *mayuen*). Permasalahan yang dihadapi pada budidaya hanjeli adalah umur panen yang cukup lama dan produktivitas yang rendah. Ratun diharapkan dapat meningkatkan indeks pertanaman, namun dapat bermasalah ketika memasuki musim kemarau. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perbedaan pertumbuhan, hasil, dan fenologi tanaman hanjeli pada kondisi kekurangan air. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2019 – September 2019 di Kebun Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif-kuantitatif. Tanaman diberi perlakuan frekuensi penyiraman yang berbeda, yaitu penyiraman setiap hari dan empat hari sekali. Analisis menggunakan uji t pada taraf nyata 5%. Komponen pertumbuhan yang diamati antara lain tinggi tanaman, jumlah daun, distribusi akar, jumlah anakan, jumlah srisip, indeks luas daun, distribusi akar, dan nisbah pupus akar. Sementara komponen hasil yang diamati adalah jumlah malai, jumlah anakan produktif, jumlah biji, bobot biji, dan indeks panen. Fenologi yang diamati adalah umur muncul anakan, umur muncul srisip, umur berbunga, dan umur panen. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli pada penyiraman setiap hari lebih baik dibandingkan empat hari sekali. Tanaman hanjeli pada penyiraman empat hari sekali masih dapat bertahan hidup dan memproduksi biji karena beradaptasi dengan cara memperpanjang umur berbunga dan mengurangi nisbah pupus akar.

Kata kunci: Hanjeli pulut · Ratun · Frekuensi penyiraman · Fenologi

Effect of watering frequency on growth, yield, and phenology of job's tears ratoon in medium land

Abstract. One of the diversity of food crops that develop to reduce rice consumption is the job's tears (*Coix lacryma-jobi* L. var. *mayuen*) crops. The problems faced by job's tears cultivation are long life and low productivity. Ratun is expected to increase the cropping index, but it can be problematic when entering the dry season. This study aimed to study the differences in growth, yield, and phenology of job's tears plants under lack of water. The research was conducted in February 2019 - September 2019 at the Ciparanje Experimental Field, Faculty of Agriculture, Padjadjaran University, Jatinangor. The research method used descriptive-quantitative. Plants were treated with different watering frequencies, namely watering every day and every four days. The analysis used the t test at the 5% significance level. The growth components observed plant height, number of leaves, root distribution, number of tillers, number of lateral branches, leaf area index, root distribution, and shoot root ratio. Meanwhile, the yield components observed the number of panicles, the number of productive tillers, the number of grains, the weight of the grains, and the harvest index. Phenology observed time of tillers formation, time of lateral branch formation, time of flowering, and time of harvest. The results showed the growth and yield of job's tears plants on watering every day was better than once every four days. Job's tears plants that watered every four days can still survive and produce grains because they adapted by extending the flowering life and reducing the shoot root ratio.

Keywords: Job's tears · Ratoon · Frequency of watering · Phenology

Diterima : 14 April 2020, Disetujui : 27 Desember 2020, Dipublikasikan : 31 Desember 2020
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.26945>

Mahdfa, A.S. · T. Nurmala · Y. Yuwariah
Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran
Korespondensi : tati.nurmala@unpad.ac.id

Pendahuluan

Indonesia termasuk negara yang berkembang, masih sering terjadi kekurangan pangan yang disebabkan oleh ketidakmampuan masyarakat untuk membeli bahan pangan. Menurut Badan Pusat Statistik (2014), penduduk Indonesia pada tahun 2030 diproyeksikan sebesar 2.964.051 jiwa, cenderung bertambah disetiap tahunnya. Hal tersebut merupakan salah satu sebab terjadinya kekurangan pangan.

Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) merupakan salah satu jenis serealia yang dapat digunakan sebagai sumber pangan alternatif (Yulianto *et al.*, 2006). Disamping sebagai sumber bahan pangan, tanaman hanjeli juga berpotensi sebagai pangan fungsional karena dapat digunakan untuk pengobatan media (herbal). Perakaran hanjeli juga digunakan untuk mengobati gangguan menstruasi (Berg dan Iamsupasit dalam Grubben dan Partohardjono, 1996). Menurut Kurniawan (2014), tanaman hanjeli selain sebagai tanaman herbal, dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan manik-manik pada kalung dan kerajinan tasbih.

Saat ini tanaman hanjeli masih memiliki banyak kendala, yaitu produktivitasnya masih rendah di Indonesia serta umurnya yang lama. Untuk meningkatkan indeks pertanaman hanjeli agar dapat panen berkali-kali dalam satu tahun maka dilakukan dengan ratun. Ratun adalah tanaman yang tumbuh dari tunas yang terdapat di buku batang yang tersisa pada saat panen (Harrel *et al.*, 2009). Budidaya tanaman dengan peraturan adalah sistem budidaya yang telah dipraktekkan di daerah tropis dan secara luas diterapkan pada beberapa tanaman misalnya sorgum, tebu, padi, dan pisang.

Namun, produktivitas ratoon hanjeli dapat menjadi rendah ketika memasuki musim kemarau, yang diakibatkan oleh kekurangan air. Cekaman kekeringan mempengaruhi semua aspek pertumbuhan dan metabolisme tanaman termasuk integritas membran, kandungan pigmen, keseimbangan osmotik, aktivitas fotosintesis (Anjum *et al.*, 2011), penurunan potensial air protoplasma (Mundre, 2002), penurunan pertumbuhan (Suhartono *et al.*, 2008), dan penurunan diameter batang (Bellitz & Sams, 2007). Menurut Wayah *et al.* (2004) menyatakan bahwa jika kebutuhan air tidak tercukupi maka pertumbuhan tanaman akan terhambat, karena air berfungsi untuk

melarutkan unsur hara dan membantu proses metabolisme dalam tanaman termasuk juga tanaman hanjeli.

Fenologi merupakan ilmu tentang periode fase-fase yang terjadi secara alami pada tumbuhan. Berlangsungnya fase-fase tersebut sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekitar, seperti ketersediaan air dalam tanah, lamanya peniraman, suhu dan kelembaban udara (Fewless, 2006). Pengaruh kekeringan pada fenologi tanaman tidak hanya tergantung pada karakteristik (durasi dan intensitas) dari kekeringan tersebut tetapi juga pada waktu terjadinya tahap perkembangan siklus tanaman.

Informasi mengenai ratun serta frekuensi penyiraman pada tanaman hanjeli berpengaruh terhadap pertumbuhan, hasil, dan umur hanjeli masih belum diketahui, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai hal tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan, hasil, dan fenologi tanaman ratun hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) varietas pulut (*ma-yuen*) sehingga dapat diusahakan rekayasa untuk mencapai produksi yang optimal.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari – September 2019 di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Ciparame, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Ketinggian lokasi penelitian sekitar 750 m di atas permukaan laut (dpl), dengan tipe iklim C3 menurut klasifikasi Oldeman (Fadholi dan Suoriatin, 2012). Curah hujan pada saat penelitian termasuk rendah sampai tinggi, yaitu berkisar antara 0 - 450 mm/bulan. Curah hujan tersebut mencukupi kebutuhan air tanaman hanjeli pada periode vegetatif hingga generatif. Untuk menjaga tanaman tidak terkena hujan maka diberikan naungan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kored, embrat, tali, gunting, kertas label, benang kasur, gunting, alat ukur, timbangan digital, oven listrik untuk mengeringkan akar, pinboard untuk menggantung akar, Soil water content meter GardSense® untuk mengukur kadar air tanah, peralatan dokumentasi, dan alat penunjang lainnya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanaman hanjeli varietas pulut (G - 38) yang sudah di ratun pada bulan Januari 2019, pestisida berbahan aktif profenofos

500 g/L dan fungisida kontak berbahan aktif *propinep* 70%, Pupuk NPK Mutiara 16-16-16.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif-kuantitatif, dengan menggunakan perlakuan frekuensi penyiraman setiap hari dan empat hari sekali selama fase vegetatif (4-9 mst). Masing-masing perlakuan mempunyai sampel sebanyak 30 tanaman dari populasi 112 tanaman. Volume air yang diberikan setara dengan 12 mm curah hujan, yang pemberiannya dikontrol menggunakan alat *Soil water content meter*, yaitu sampai pembacaan kadar air tanah 60%.

Data hasil percobaan dianalisis menggunakan uji T pada taraf nyata 5% dengan membandingkan rata-rata pertumbuhan dan hasil ratoon hanjeli di kondisi air penyiraman setiap hari dan penyiraman empat hari sekali. Pengamatan pada tanaman sampel dilakukan dengan mengukur berbagai komponen pertumbuhan, hasil, dan fenologi. Komponen pertumbuhan yang diamati antara lain tinggi tanaman, jumlah daun, distribusi akar, jumlah anakan, jumlah srisip, indeks luas daun, distribusi akar, dan nisbah pupus akar. Sementara komponen hasil yang diamati adalah jumlah malai, jumlah anakan produktif, jumlah biji, bobot biji, dan indeks panen. Fenologi yang diamati adalah umur muncul anakan, umur muncul srisip, umur berbunga, dan umur panen.

Hasil dan Pembahasan

Tinggi tanaman merupakan indikator pertumbuhan yang digunakan untuk mengukur perlakuan yang diterapkan. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan frekuensi penyiraman setiap hari memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman (Tabel 1). Tinggi tanaman hanjeli saat berumur 15 minggu setelah ratun lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan frekuensi penyiraman empat hari

sekali. Hal ini juga terjadi untuk jumlah anakan, indeks luas daun, dan nisbah pupus akar, namun tidak ada perbedaan pada jumlah srisip.

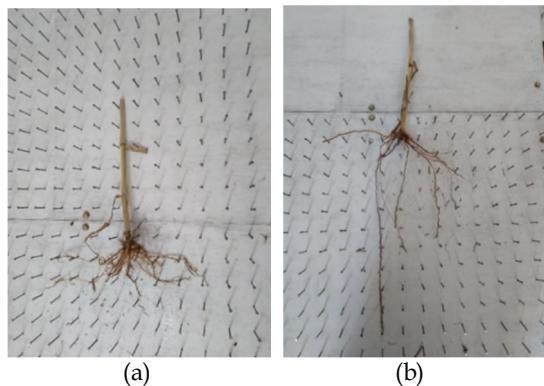
Perubahan pada komponen pertumbuhan akibat perlakuan disebabkan perubahan-perubahan morfologi pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan antara lain terhambatnya pertumbuhan akar, tinggi tanaman, diameter batang, luas daun, dan jumlah daun (Sinaga, 2007). Menurut Audebert *et al.* (2013), kekurangan air dapat menurunkan jumlah anakan, perubahan pola perakaran, serta keterlambatan pembungaan. Air juga merupakan salah satu faktor penting bagi pertumbuhan tanaman yang berperan dalam perluasan atau pembesaran sel sehingga memperbesar luas daun (Ruminta *et al.*, 2017). Sujinah dan Jamil (2016) mengemukakan bahwa cekaman kekeringan dapat menghambat pertumbuhan akar sehingga terjadi penurunan nisbah pupus akar.

Komponen Pertumbuhan. Distribusi akar pada tanaman beragam dan hal ini akan mempengaruhi tanaman untuk mencukupi kebutuhan airnya (Gambar 1). berpaku (*pinboard*) yang dilakukan setelah semua dipangkas. Akar tanaman hanjeli pulut pada kondisi air tanah penyiraman setiap hari sebarannya mempunyai rentang akar 15-20 cm sedangkan akar tanaman hanjeli pulut pada kondisi air tanah penyiraman empat hari sekali mempunyai rentang akar 25-50 cm. Hal ini disebabkan karena pada saat kekurangan air, tanaman akan memanjangkan akarnya sampai ke lapisan tanah yang memiliki ketersediaan air yang cukup, sehingga tanaman tersebut dapat bertahan hidup. Hal ini merupakan adaptasi terhadap kekurangan air. Tanaman yang mempunyai akar panjang akan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengabsorpsi air dibandingkan dengan tanaman berakar pendek (Palupi dan Dedywiriyanto, 2008).

Tabel 1. Rata-Rata Komponen Pertumbuhan Tanaman Hanjeli Pulut Ratun pada Frekuensi Penyiraman yang Berbeda

Frekuensi Penyiraman	Rata-rata Komponen Pertumbuhan				
	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Anakan per Rumpun	Jumlah Srisip per Anakan	Indeks Luas Daun	Nisbah Pupus Akar
Penyiraman setiap hari	199,0b	11,1b	5,92a	3,58b	5,22b
Penyiraman empat hari sekali	139,9a	8,4a	5,83a	3,01a	4,07a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan signifikan berdasarkan uji T pada taraf nyata 5%.



Gambar 1. Distribusi Akar
 (a) Kondisi air tanah penyiraman setiap hari
 (b) Kondisi air tanah penyiraman empat hari sekali

Komponen Hasil. Berdasarkan Tabel 2, jumlah anakan produktif pada frekuensi penyiraman setiap hari dan penyiraman empat hari sekali terdapat perbedaan signifikan. Begitu juga untuk jumlah malai per anak, jumlah biji per malai, jumlah biji per rumpun, bobot 100 biji, bobot biji per rumpun, dan indeks panen.

Pada fase vegetatif tanaman, jumlah anak yang terbentuk tidak menjamin semua anak tersebut menghasilkan malai. Kelembaban tanah yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat mempengaruhi jumlah anak produktif tanaman hanjeli pulut. Jumlah anak akan maksimal apabila tanaman memiliki sifat genetik yang baik ditambah dengan keadaan lingkungan yang menguntungkan atau sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Husna, 2010). Menurut Kristanto *et al.* (2016) menyebutkan bahwa cekaman kekeringan berdampak pada pembentukan malai sehingga menyebabkan penurunan jumlah malai pada tanaman. Pembentukan anakan produktif sangat rendah pada kondisi cekaman kekeringan, sehingga malai yang terbentuk juga rendah.

Hasil biji hanjeli frekuensi penyiraman setiap hari lebih banyak dibandingkan hasil biji hanjeli frekuensi penyiraman empat hari sekali. Menurut Akram (2013), kekurangan air tanaman pada saat inisiasi malai dapat menurunkan bobot kering malai dan jumlah butir per malai, yang berdampak terhadap penurunan hasil gabah. Biji hanjeli dapat terbentuk optimal apabila faktor pertumbuhannya terjaga, seperti unsur hara, ketersediaan air, dan pemupukan. Menurut Sujinah dan Jamil (2016), apabila tanaman kekurangan air maka akan terjadi penurunan bobot 1000 biji yang disebabkan oleh tidak terisi penuh dan ukuran biji menjadi lebih kecil dari normal.

Fenologi Tanaman. Fenologi pertumbuhan dan perkembangbiakan suatu jenis tumbuhan merupakan salah satu karakter penting dalam siklus hidup tumbuhan, karena pada fase tersebut terjadi proses awal bagi suatu tumbuhan untuk tumbuh dan berkembang biak. Suatu tumbuhan memiliki perilaku yang berbeda-beda pada pola pertumbuhan dan pembungannya, namun pola pembungaannya pada umumnya diawali dengan pemunculan kuncup bunga dan diakhiri dengan pematangan buah (Tabla and Vargas, 2004; Fewless, 2006). Data fenologi pada Tabel 3 menunjukkan umur keluar anak, umur berbunga, dan umur pematangan hanjeli pada frekuensi penyiraman setiap hari lebih cepat dibandingkan perlakuan frekuensi penyiraman empat hari sekali. Umur yang lebih cepat, membuat tanaman hanjeli pada frekuensi penyiraman setiap hari lebih dahulu dipanen yaitu pada umur 133 HSR, sedangkan tanaman hanjeli frekuensi penyiraman empat hari sekali dipanen pada umur 140 HSR. Menurut Gardner (1991), umur panen dapat mengalami penurunan dua sampai lima hari karena kondisi cekaman kekeringan. Hal ini merupakan salah satu bentuk adaptasi terhadap kekurangan air.

Tabel 2. Rata-rata komponen hasil tanaman hanjeli pulut ratun pada frekuensi penyiraman yang berbeda.

Frekuensi Penyiraman	Rata-rata Komponen Hasil						
	Jumlah Anakan Produktif	Jumlah Malai per Anakan	Jumlah Biji per Malai	Jumlah Biji per Rumpun	Bobot 100 biji (g)	Bobot Bijи per Rumpun (g)	Indeks Panen
Penyiraman setiap hari	11,47b	23,42b	3,40b	861,63b	12,13b	97,46b	0,29b
Penyiraman empat hari sekali	8,84a	18,96a	3,32a	592,07a	11,31a	66,06a	0,23a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan signifikan berdasarkan uji T pada taraf nyata 5%.

Tabel 3. Fenologi tanaman hanjeli pulut ratun.

Fenologi Tanaman	Umur Tanaman	
	Setiap Hari	Empat Hari Sekali
Tanaman Ratun	Tanaman Ratun	
Umur Keluar Anakan	5 - 14 HSR	7 - 21 HSR
Umur Anakan Maksimum	63 HSR	63 HSR
Umur Srisip	56 HSR	56 HSR
Umur Berbunga		
Bunga Betina	63 HSR	68 HSR
Bunga Jantan	70 HSR	76 HSR
Umur Pematangan		
Matang Susu	90 - 96 HSR	95 - 102 HSR
Matang Kuning	96 - 110 HSR	102 - 116 HSR
Matang Fisiologi	110 -133 MSR	116 - 140 HSR
Umur Panen	133 HSR	140 HSR

Keterangan : HSR = Hari Setelah Ratun

Kesimpulan

Tanaman hanjeli varietas *mayuen* ratun pada kondisi cukup air memiliki rata-rata pertumbuhan dan hasil yang lebih tinggi daripada kondisi kekurangan air, meskipun tanaman hanjeli pada kondisi kekurangan air masih dapat bertahan hidup dan menghasilkan biji. Penundaan umur berbunga dan pengurangan nisbah pupus akar menjadi adaptasi hanjeli selama kekurangan air.

Daftar Pustaka

- Akram, H. M., A. Ali, A. Sattar, H.S.U. Rehman, dan A. Bibi. 2013. Impact of Water Deficit Stress on Various Physiological and Agronomic Traits of Three Basmati Rice (*Oryza Sativa L.*) Cultivar. The Journal Animal and Sciences 23(5):1415-1423
- Anjum, S.A., X.Y. Xie., L.C.Wang., M.F. Salem., C. Man., & W. Lei. 2011. Morphological, Physiological, and Biochemical Responses of Plants to Drought Stress. African J. of Agric. Res.6(9): 2026 -2032.

- Audebert, A., F. Asch, and M. Dingkuhn. 2013. Morphophysiological research on drought tolerance in rice at WARDA. Field screening in drought tolerance in crop plants with emphasis on rice. IRRI.
- Badan Pusat Statistik. 2014. Proyeksi penduduk menurut provinsi tahun 2010 2030. Jakarta.
- Belitz, A.R. & C.E. Sams, 2007. The Effect Of Water Stress On The Growth,Yield, And Flavonolignan Content In Milk Thistle (*Silybum marianum*). Acta Hort.756:259-266.
- Fadholi A., & D. Suoriatin. 2012. Sistem Pola Tanam di Wilayah Priangan Berdasarkan Klasifikasi Oldeman. Jurnal Pendidikan Geografi, 12:2. Fakultas Pendidikan Geografi Universitas Pendidikan Indonesia.
- Fewless G. 2006. Phenology.Cofrin Center for Biodiversity [Internet]. [diunduh 2019 June 8]. Tersedia pada: <https://www.uwgb.edu/biodiversity/phenology/>
- Gardner F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Physiology of Crop Plants. Diterjemahkan oleh H.Susilo. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Grubben G.J.H dan Partohardjono S. (eds) 1996. Plant Resources of South-East Asia no 10 Cereals.Porsea.Bogor.
- Harrell, D.L., J.A. Bond, and S. Blanche. 2009. Evaluation of main crop stubble height on ratoon rice growth and development. Field Crop Research 114: 396-403
- Husna, Y. 2010. Pengaruh Penggunaan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah (*Oryza sativa L.*) Varietas IR 42 dengan Metode SRI (System of Rice Intensification). Jurnal Jurusan Agroteknik, 9: 2-7. Fakultas Pertanian. Universitas Riau.
- Kristanto, B. A., D. Indradewa, A. Ma'as, dan R.D. Sutrisno. 2016. Pengaruh perbedaan sumber silika dalam menginduksi ketahanan kekeringan dan produksi biji sorgum manis (*Sorghum bicolor (L.) Moerch* dalam kondisi stres kekeringan. Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian. Surakarta, 5 Desember 2016. Universitas Slamet Riyadi Surakarta. Hal. 31-39
- Kurniawan, Hakim. 2014. Hanjeli dan Potensinya sebagai Bahan Pangan. Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian Kementerian

- Pertanian. Tersedia online di : <http://biogen.litbang.pertanian.go.id/index.php/2014/10/hanjeli-dan-potensinya-sebagai-bahan-pangan/#> Diakses 20 Juli 2019
- Palupi E.R., dan Y. Dedywiriyanto. 2008. Kajian karakter toleransi penyiraman empat hari sekali kekeringan pada empat genotipe bibit kelpa sawit (*Elais guineensis* Jacq). *Bul Agron* 36(1) : 24-32
- Ruminta, A. Wahyudin, dan S. Sakinah. 2017. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman padi terhadap jarak tanam pada lahan tada hujan dengan menggunakan pengairan intermittent . *Agrin.* 21(1): 46-58.
- Sinaga, R. 2007. Analisis model ketahanan rumput gajah dan rumput raja akibat cekaman kekeringan berdasarkan respon anatomi akar dan daun. *Biologi Sumatera*, 2 (1): 17-20.
- Suhartono., R.A., Z. Sidqi., & A. Khoiruddin. 2008. Pengaruh Interval Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelei (*Glycine max*L. Merril.) Pada Berbagai Jenis Tanah. *EMBRYO*5(1): 98-112
- Sujinah, and A. Jamil. 2016. Mekanisme respon tanaman padi terhadap cekaman kekeringan dan varietas toleran. *Iptek dan Tanaman Pangan* 11(1): 1-7.
- Tabla, V. P. and C. F. Vargas. 2004. Phenology and phenotypic natural selection on the flowering time of a deceit-pollinated tropical orchid, *Myrmecophila christinae*. *Annals of Botany*, 94 (2) : 242-250.
- Wayah, E.Sudiarso., & R. Soelistyono. 2014. Pengaruh Pemberian Air Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays Saccharata* Sturt L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2 (2): 94-102
- Yulianto Fiky, Yustanto, A. Suprapto. 2006. Pengembangan Plasma Nuftah Hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) Sebagai Pangan Potensial Berbasis Tepung di Pluncut Kabupaten Bandung. *Laporan PKM UNPAD*.

Solihin, M. · A.N. Putri · A. Setiawan · D. Siliwangi · M. Arifin

Karakteristik indeks vegetasi pada berbagai penggunaan lahan di hulu Sub Das Cikapundung melalui interpretasi citra satelit Landsat 8

Sari Perubahan penggunaan lahan di hulu Sub DAS dapat berdampak pada kondisi DAS secara keseluruhan. Pemantauan kondisi eksisting perubahan penggunaan lahan diperlukan. Salah satu cara untuk memantau kondisi penggunaan lahan yaitu melalui monitoring indeks vegetasinya. Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakteristik indeks vegetasi pada penggunaan lahan di sebagian Hulu Sub DAS Cikapundung. Lokasi studi terletak di Desa Cikole, Cikidang, Cibodas, Wangunharja, dan Suntenjaya di Kecamatan Lembang. Penelitian ini dilakukan melalui interpretasi citra satelit landsat 8. Metode analisis yang digunakan berupa transformasi indeks vegetasi menggunakan NDVI untuk merepresentasikan tingkat kehijauan dan kerapatan vegetasi pada lokasi studi. Hasil analisis menunjukkan karakteristik NDVI yang berbeda pada setiap jenis penggunaan lahan. Nilai NDVI pada lokasi studi berkisar antara (-0,228426) – 0,461794. Tingkat kehijauan vegetasi di lokasi studi dominan pada tingkat kehijauan rendah dan kerapatan vegetasi dominan pada kerapatan jarang. Keragaman karakteristik penggunaan lahan di lokasi studi dipengaruhi oleh adanya variasi jenis vegetasi, sebaran vegetasi, dan jenis material objek. Perlu pengelolaan penggunaan lahan yang tepat untuk meningkatkan peran ekologis kawasan sekaligus mengurangi erosi dan aliran permukaan di hulu sub DAS Cikapundung.

Kata kunci: Cikapundung · DAS · Indeks vegetasi · Landsat 8 · Penggunaan lahan

Characteristics of vegetation index on various land uses in the upstream of cikapundung watershed by landsat 8 satellite imagery interpretation

Abstract. Land use changes in the upper watershed have an impact on the overall condition of the watershed. Monitoring existing conditions of land use change is needed. One way to monitor the land use condition is through monitoring the vegetation index. This study aimed to identify characteristics of vegetation index on various land uses in the upstream of the Cikapundung watershed. The study sites were located in Cikole, Cikidang, Cibodas, Wangunharja, and Suntenjaya of Lembang District. The research was done using Landsat 8 satellite imagery interpretation. The analytical methods were used the transformation of vegetation index using NDVI to represent the level of greenness and density of vegetation at the study site. The results of the analysis shown that characteristics of the vegetation index were different for each type of land use. NDVI values had ranged from (-0,228426) - 0,461794. The greenness vegetation level was dominant at low greenness, while dominant vegetation density was sparse. The diversity of land use characteristics were influenced by variations in vegetation types, vegetation distribution, and material types of objects. Appropriate land use management is needed to enhance the ecological role of the area as well as reducing erosion and surface runoff in the Cikapundung sub-watershed.

Keywords : Cikapundung · Land use · Landsat 8 · Vegetation index · Watershed

Diterima : 16 April 2020, Disetujui : 11 Desember 2020, Dipublikasikan : 31 Desember 2020

doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.28625>

Solihin, M. · A.N. Putri · A. Setiawan · D. Siliwangi · M. Arifin
Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran
Korespondensi : m.amir.solihin@unpad.ac.id

Pendahuluan

Sutrisna *et al.* (2010) mengungkapkan sub DAS Cikapundung berada di hulu DAS Citarum memiliki lahan yang relatif subur karena berkembang dari bahan induk vulkanik. Selain terdapat penggunaan lahan hutan dan perkebunan di sub DAS Cikapundung juga terdapat lahan pertanian dengan komoditas bernilai ekonomi tinggi, terutama sayur-sayuran, sehingga menjadi salah satu sentra produksi sayuran di Jawa Barat. Penggunaan lahan pada sub DAS Cikapundung tersebut perlu memperhatikan karakteristik lahan dan fungsi lahan di hulu Sub DAS sebagai area tangkapan air.

Perubahan penggunaan lahan terjadi di berbagai wilayah, salah satunya di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum. Tutupan lahan di Citarum sudah mencapai 15,96% dan di bagian Hulu DAS hanya sebesar 4,94% sehingga berpengaruh terhadap karakteristik hidrologi DAS (Salim *et al.*, 2019). Hal ini berpengaruh pada penurunan kemampuan menahan air di hulu DAS dan mengendalikan erosi serta aliran permukaan. Salah satu bagian dari DAS Citarum yang banyak mengalami perubahan penggunaan lahan adalah Sub DAS Cikapundung bagian Hulu. Berdasarkan data penggunaan Lahan tahun 2014 di Hulu Sub DAS Citarum menunjukkan 10,44% hutan dan 16,76% perkebunan (Dinas Lingkungan Hidup Jabar, 2018). Hal ini menunjukkan luasan yang kurang ideal bagi fungsi hidrologis Hulu Sub DAS Cikapundung.

Perubahan penggunaan lahan di kawasan Hulu Sub DAS Cikapundung berdampak pada kondisi hidrologi di wilayah tersebut (Nurrochman, 2018). Berkurangnya tutupan lahan vegetasi akan mempengaruhi pola hidrologis dalam DAS secara menyeluruh, seperti berkurangnya hambatan limpasan permukaan dan cepatnya air mengalir menuju sungai utama akibat hilangnya vegetasi dan serasah hutan. Oleh karena itu, keberadaan vegetasi dapat mempengaruhi hasil aliran keluar harus dipertimbangkan dalam pengelolaan DAS (Latuamury, 2012).

Tutupan lahan erat kaitannya dengan penggunaan sumber daya alam oleh manusia yang terjadi di suatu bidang lahan tersebut. Adanya peningkatan aktivitas manusia memungkinkan cepatnya perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan dapat

dianalisis menggunakan gambaran sebaran kerapatan vegetasi (Irawan, 2017). Kinthada *et al.* (2014), Zhao *et al.* (2017), dan Hidayati *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa pada penggunaan lahan yang berbeda memiliki karakteristik sebaran vegetasi berlainan seiring nilai indeks vegetasi yang berbeda.

Kondisi tutupan lahan bervegetasi dapat diketahui diantaranya melalui metode *vegetation index* (Latuamury dkk, 2012), *point centered quarter* (Munawwaroh, 2016), *line transect* (Arista, 2017), ataupun *quadrat sampling* (Pertiwi, 2019). Penelitian ini menggunakan metode indeks vegetasi sebagai pengukuran kuantitatif yang merepresentasikan tingkat kehijauan dan kerapatan vegetasi. Latuamury dkk. (2012) mengungkapkan indeks vegetasi cukup efektif untuk menggambarkan kerapatan vegetasi. Lebih lanjut dikemukakan dari hasil penelitian terkait 55-60% nilai spektral dapat menjelaskan tingkat kerapatan tajuk tanaman sedangkan 40-45% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Vegetasi akan menyerap cahaya merah oleh klorofil kemudian memantulkan cahaya inframerah dekat oleh jaringan mesofil (Sudiana dan Diasmara, 2008). Indeks vegetasi merupakan rasio antara pantulan (refleksi) gelombang *red* (merah) dan *near infrared* (NIR). Sudiana dan Diasmara (2008) menyebutkan Indeks vegetasi pada daratan non-vegetasi (perairan, pemukiman, tanah kosong terbuka, dan wilayah dengan kondisi vegetasi rusak) akan menunjukkan nilai rasio yang rendah (minimum), sedangkan pada wilayah dengan vegetasi rapat dan kondisi sehat maka nilai rasio akan sangat tinggi (maksimum). Namun, karena nilai rasio tersebut dapat memberikan nilai yang sangat besar untuk tumbuhan yang sehat maka dikembangkan berbagai algoritma dalam metode indeks vegetasi ini.

Variasi lain dari indeks vegetasi diantaranya NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), RVI (Ratio Vegetation Index), TVI (*Transformed Vegetation Index*), PVI (*Perpendicular Vegetation Index*), SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*), dan EVI (*Enhanced Vegetation Index*) (Tucker, 1979; Sudiana *et al.*, 2008; Frananda *et al.*, 2015; Lintang *et al.*, 2017). Nilai indeks vegetasi tersebut akan bervariasi tergantung pada algoritma transformasi yang digunakan. Namun para peneliti menyetujui NDVI sebagai metode yang paling efisien dan matriks simpel yang dapat mengidentifikasi area bervegetasi dengan kondisi berbeda (Tucker, 1979).

Berdasarkan hasil penelitian Lintang (2017), akurasi terbaik adalah dengan NDVI dengan akurasi tertinggi terdapat pada klasifikasi transformasi NDVI sebesar 75,61% sedangkan akurasi terendah ada pada klasifikasi transformasi RVI. Selain itu, band *red* dan band NIR dapat membedakan vegetasi dan non-vegetasi secara jelas. Untuk itu penggunaan NDVI dapat digunakan sebagai pilihan utama sebagai pendekatan indeks vegetasi.

Terkait dengan identifikasi kondisi tutupan lahan di hulu Sub DAS Cikapundung, Informasi penggunaan lahan dan pengukuran nilai NDVI di Kecamatan Lembang dapat dipermudah dengan penggunaan teknologi SIG (Sistem Informasi Geografis). Interpretasi objek permukaan bumi dari citra satelit dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya *supervised classification*, *unsupervised classification*, *rule-based classification* (Navulur, 2007).

Citra satelit yang dapat digunakan memiliki resolusi tinggi sampai rendah, tergantung pada kombinasi band yang digunakan, luas area studi yang dikaji dan kemudahan akses data. Suwargana (2013) menyebutkan terdapat tiga tingkat ukuran resolusi spasial yaitu tinggi (0,6-4 m; seperti WorldView, Ikonos), menengah (4-30 m; seperti Landsat, SPOT), dan rendah (30->1000 m; seperti MODIS, NOAA).

Upaya pemantau tutupan lahan khususnya di kawasan hulu DAS maupun sub DAS, dapat dilakukan melalui interpretasi citra satelit. Klasifikasi penggunaan lahan tersebut didasarkan pada kunci interpretasi citra yaitu warna/rona, bentuk, ukuran, pola, bayangan, tekstur, situs, dan asosiasi (Sutanto, 1986). Salah satu citra yang umum digunakan para peneliti untuk interpretasi penggunaan lahan yaitu Citra Landsat 8. Hasil klasifikasi penggunaan lahan ini dapat menjadi informasi penting melengkapi kondisi tutupan lahan melalui indeks vegetasi di hulu Sub DAS Cikapundung.

Interpretasi sebaran vegetasi yang ditunjukkan dari nilai NDVI dapat menggunakan citra yang memiliki band NIR dan *red*. Citra yang dapat digunakan diantaranya NOAA AVHRR (Sandholt *et al.*, 2002; Sudiana & Diasmara, 2008), Terra MODIS (Sudiana & Diasmara, 2008), WorldView (Hidayati *et al.*, 2017; Hogrefe, 2017), dan Landsat 8 (Lintang *et al.*, 2017; Kurniawan *et al.*, 2017; Feng *et al.*, 2019).. Citra yang paling banyak

digunakan untuk penentuan indeks vegetasi yaitu citra Landsat 8.

Penelitian ini mengidentifikasi karakteristik vegetasi pada berbagai penggunaan lahan di lokasi studi melalui nilai NDVI. Nilai NDVI merepresentasikan tingkat kehijauan dan kerapatan tajuk vegetasi.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian termasuk wilayah Hulu Sub DAS Cikapundung, khususnya sebagian berada di Kecamatan Lembang yaitu Desa Cikole, Cikidang, Cibodas, Wangunharja, dan Suntenjaya. Penentuan lokasi ini berkaitan dengan sumber citra yang diperoleh pada lokasi tersebut, dimana terdapat tutupan awan paling kecil diantara citra lainnya.

Pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Survey Pemetaan dan Evaluasi Lahan, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat.

Bahan. Citra Landsat 8 hasil perekaman pada 22 Mei 2019 dengan pertimbangan waktu yang termasuk musim hujan, Peta Rupa Bumi Indonesia Kabupaten Bandung Barat 1: 25.000, *image Google Earth*

Pra Pengolahan Citra. Sebelum dilakukan analisis, pengolahan citra dilakukan sebagai berikut: koreksi geometri, koreksi radiometrik, *cloud masking*, dan pemotongan citra pada lokasi studi. Koreksi geometrik dilakukan untuk mendapatkan nilai RMSE <0,5 (Jaya, 2010). Koreksi radiometrik dilakukan melalui metode *histogram equalization*. Untuk memisahkan area yang tertutup awan diidentifikasi dengan band 9 (*Cirrus*) menggunakan *tool highlight cloud*. Setelah diperoleh citra sesuai lokasi studi, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai NDVI melalui kombinasi band 5 dan 4..

Penggunaan lahan. Peta penggunaan lahan di Kecamatan Lembang diperoleh dari peta penggunaan lahan Kecamatan Lembang Tahun 2017. Peta tersebut selanjutnya diperbaharui dengan peta citra hasil analisis klasifikasi penggunaan lahan terbimbing dengan menggunakan band 4 (*red*), 3 (*green*), dan 2 (*blue*), dan dipertajam untuk memperjelas objek dengan menggunakan band 8 (*panchromatic*) melalui ErMapper.

Pengolahan Citra. Analisis citra bertujuan untuk menentukan nilai NDVI. Nilai NDVI tersebut selanjutnya diklasifikasikan ke dalam klasifikasi tingkat kehijauan dan kerapatan vegetasi dengan mengacu pada Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia (2012). Analisis NDVI dengan menggunakan citra Landsat 8 dengan Rumus sebagai berikut :

Keterangan :

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

NIR : Band 5 (inframerah dekat)

Red : Band 4 (merah)

Penyajian Peta. Sebaran penggunaan lahan, tingkat kehijauan vegetasi, dan tingkat kerapatan tajuk vegetasi di lokasi studi selanjutnya ditampilkan dalam bentuk Peta. Klasifikasi penggunaan lahan dilokasi studi diantaranya hutan, perkebunan, tegalan/ladang, sawah irigasi, sawah tada hujan, semak belukar, tanah terbuka, lahan terbangun dan permukiman.

Klasifikasi tingkat kehijauan (Tabel 1) dan kelas kerapatan tajuk (Tabel 2). Klasifikasi tersebut menunjukkan Semakin besar nilai NDVI maka tingkat kehijauan vegetasi dan kerapatan vegetasi semakin tinggi.

Tabel 1. Klasifikasi tingkat kehijauan.

Kelas	Nilai NDVI	Keterangan
1	(-1)- (-0,03)	Tanpa vegetasi
2	(-0,03)- 0,15	Tingkat kehijauan sangat rendah
3	0,15- 0,25	Tingkat kehijauan rendah
4	0,25- 0,35	Tingkat kehijauan sedang
5	0,36- 1,00	Tingkat Kehijauan tinggi

Sumber: Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia (2012)

Tabel 2. Klasifikasi kerapatan tajuk.

Kelas	Nilai NDVI
Lebat (Kerapatan tajuk >70 %)	$0,36 \leq \text{NDVI} \leq 1,00$ atau
Sedang (Kerapatan tajuk 50-70 %)	$0,26 \leq \text{NDVI} \leq 0,35$
Jarang (Kerapatan tajuk <50 %)	$-1,0 \leq \text{NDVI} \leq 0,25$

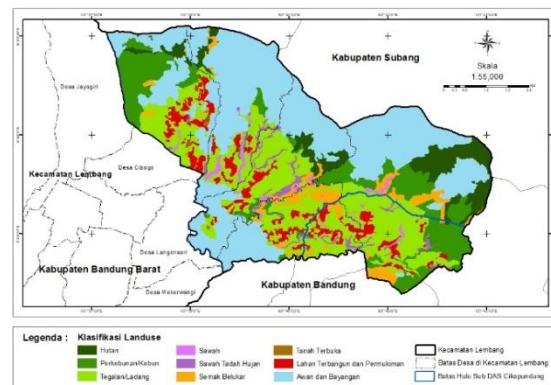
Sumber: Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia (2012)

Analisis Statistik. Keragaman atau variasi pada setiap klasifikasi diketahui dari nilai standar deviasi. Keragaman data tinggi ditunjukkan oleh nilai standar deviasi yang tinggi. Standar deviasi dapat dihitung dengan rumus berikut (Soewarno, 1995):

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Hasil dan Pembahasan

Penggunaan Lahan. Peta penggunaan lahan (Gambar 1) digunakan untuk melihat karakteristik nilai NDVI pada berbagai penggunaan lahan di lokasi studi.



Gambar 1. Peta penggunaan lahan di lokasi studi

Persentase tutupan awan pada lokasi studi sebesar 23,88% (1083,04 ha) dan jika ditambah bayangan awan menjadi 40,63% (1842,95 ha). Ini karena citra Landsat 8 yang digunakan bertepatan dengan musim hujan sehingga terdapat awan dan bayangan yang cukup luas.

Tabel 3. Luasan Penggunaan Lahan di Lokasi Studi

No	Penggunaan Lahan	Luasan (ha)
1	Hutan	305,74
2	Perkebunan	638,08
3	Tegalan	1162,60
4	Sawah	73,77
5	Sawah Tadah Hujan	83,48
6	Semak Belukar	211,44
7	Tanah Terbuka	4,89
8	Lahan Terbangun dan Permukiman	217,21

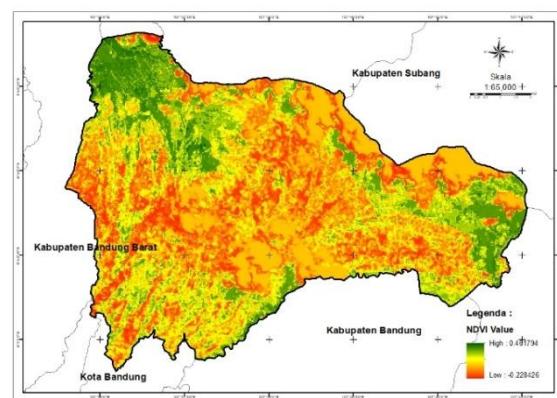
Tabel 3 menunjukkan penggunaan lahan setelah dikurangi tutupan awan dan bayangannya. Penggunaan lahan dari yang terluas hingga ter sempit sebagai berikut: tegalan dan ladang seluas 1162,6 ha (25,63%), perkebunan/kebun seluas 638,08 ha (14,07%), hutan seluas 305,74 ha (6,74%), lahan terbangun dan permukiman seluas 217,21 ha (4,79%), semak belukar seluas 211,44 ha (4,66%), sawah tada hujan seluas 83,48 ha (1,84%) dan penggunaan lahan tanah terbuka seluas 4,89 ha (0,11%).

Tutupan awan dan bayangannya mempengaruhi nilai NDVI karena memiliki efek hamburan yang sama pada semua panjang gelombang sehingga akan berwarna putih (Dewi dan Supianto, 2015). Nilai NDVI pada awan akan semakin rendah (mendekati 0 atau -1) karena spektral yang terpancaran berwarna putih. Selain itu, bayangan dari awan juga akan mempengaruhi nilai radiasi yang terpancar oleh objek dan ditangkap satelit sehingga dapat mempengaruhi nilai NDVI. Puntodewo, *et al.* (2003) menyebutkan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas citra adalah pengaruh atmosferik terutama uap air, aerosol, dan ozon yang sangat mengganggu band sinar tampak dan band infrared. Oleh karena itu, pada penelitian ini awan dan bayangan digabungkan dalam satu kelas dan tidak diperhitungkan dalam analisis NDVI.

Sebaran nilai NDVI. Gambar 2 menunjukkan nilai NDVI di lokasi studi berkisar antara (-0,228426 hingga 0,461794. Warna kuning-merah menunjukkan nilai NDVI rendah, sedangkan warna hijau muda-hijau tua menunjukkan nilai NDVI tinggi. Lahan dengan tutupan non-vegetasi (bangunan, pemukiman, tanah terbuka, dan perairan) memiliki nilai NDVI rendah, sedangkan lahan bervegetasi yang sehat dan sangat rapat memiliki nilai NDVI tinggi.

Tingkat kehijauan dan kerapatan tajuk vegetasi. klasifikasi mengacu pada Peraturan Menteri Kehutanan tahun 2012 (Gambar 2 dan Tabel 4). Kelas kehijauan sangat rendah (NDVI (-0,03) - 0,15) memiliki area yang terluas, sedangkan kelas kehijauan tinggi (NDVI 0,36 - 1,00) memiliki luasan yang lebih rendah. Tingkat kehijauan tinggi dan kerapatan vegetasi sangat rapat menunjukkan penggunaan lahan hutan, kehijauan sedang sampai rendah menunjukkan lahan pertanian (perkebunan, ladang/tegalan, sawah) atau semak belukar, sedangkan lahan

tanpa vegetasi berupa lahan terbangun atau tanah kosong.



Gambar 2. Persebaran nilai NDVI di Kecamatan Lembang.

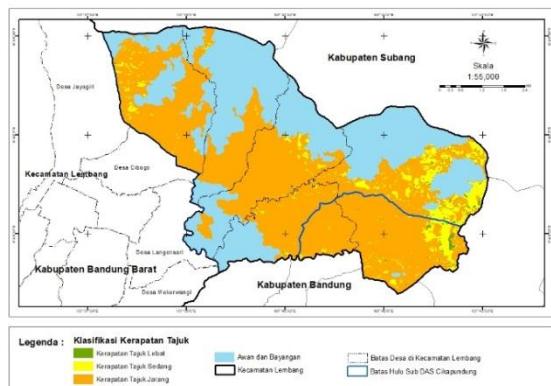
Tabel 4. Luasan area kelas tingkat kehijauan NDVI.

No	Klasifikasi NDVI	Luasan (ha)
1	Tingkat Kehijauan Tinggi	23,87
2	Tingkat Kehijauan Sedang	280,69
3	Tingkat Kehijauan Rendah	506,95
4	Tingkat Kehijauan Sangat Rendah	978,92
5	Lahan Tidak Bervegetasi	894,06

Luasnya lahan pada tingkat kehijauan rendah terkait dengan penggunaan lahan berupa tegalan dan ladang yang didominasi tanaman semusim, dan jarak tanam yang masih menyisakan lahan tanpa vegetasi.

Hutan dan perkebunan memiliki tingkat kehijauan tinggi sampai rendah, namun lebih dominan tingkat kehijauan rendah. Sementara pada lahan perkebunan/kebun, semua jenis perkebunan digabung dalam satu klasifikasi perkebunan. Luasan hutan pada citra sebagian besar tertutupi awan yang tidak dianalisis pada penelitian ini sehingga menyisakan luasan yang rendah. Perbedaan jenis vegetasi, jarak tanam, dan kondisi tajuk pada kelas perkebunan menghasilkan rata-rata tingkat kehijauan yang dominan rendah.

Lahan terbangun, permukiman, dan lahan tanpa vegetasi memiliki nilai NDVI pada tingkat kehijauan sangat rendah.. Hal ini disebabkan oleh sedikitnya sebaran vegetasi dan emisivitas radiasi merah dan near infrared pada material bangunan lebih rendah dibandingkan vegetasi.



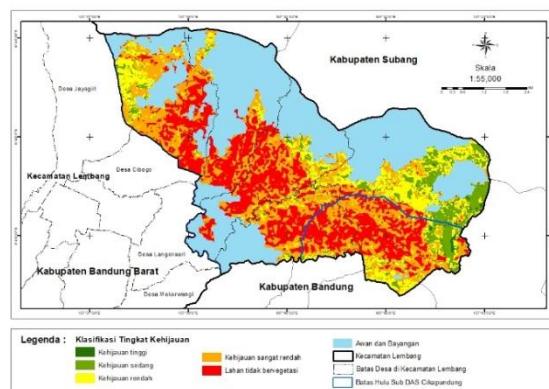
Gambar 3. Persebaran kerapatan tajuk vegetasi (NDVI) pada lokasi studi.

Gambar 3 menunjukkan persebaran kerapatan tajuk di lokasi penelitian. Kerapatan paling luas terdapat pada kelas kerapatan tajuk jarang dengan estimasi kerapatan tajuk <50%, sedangkan kelas kerapatan tajuk lebat memiliki luasan terendah. Kerapatan tajuk tanaman jarang dapat dipengaruhi oleh vegetasi yang ditanami dan latar tanah sehingga mempengaruhi nilai spektral. Variasi pantulan spektral dari kerapatan tajuk yang sama dapat disebabkan oleh perbedaan pada indeks luas daun (Purevdorj *et al.*, 1998 dalam Latuamury *et al.*, 2012). Faktor lain yang dapat mempengaruhi kerapatan tajuk yang dijelaskan dalam nilai spektral diantaranya kandungan klorofil, latar belakang tanah, dan pengaruh bayangan akibat aspek lereng.

Karakteristik NDVI pada Berbagai Penggunaan Lahan. Lahan pertanian di Kecamatan Lembang didominasi tegalan/ladang dengan komoditas utama hortikultura diantaranya kol/kubis, sawi, wortel, cabe, tomat, dan lainnya. Tanaman hortikultura termasuk tanaman semusim, memiliki tinggi tanaman yang dominan rendah, dan jarak tanam yang kurang rapat (masih terdapat latar tanah) akan menghasilkan nilai NDVI yang termasuk dalam kelas tingkat kehijauan rendah sampai sangat rendah. Persebaran NDVI dapat dilihat pada Gambar 4.

Penggunaan lahan hutan (warna hijau tua) dan perkebunan (warna hijau muda) memiliki tingkat kehijauan tinggi sampai sedang (warna hijau tua-kuning) namun lebih dominan tingkat kehijauan sedang (warna kuning). Hal ini disebabkan sebagian besar hutan yang tertutup awan dan kondisi tajuk pada setiap jenis

perkebunan yang berbeda sehingga dapat mempengaruhi nilai NDVI. Lahan terbangun atau permukiman memiliki NDVI yang termasuk pada kelas kehijauan sangat rendah sampai lahan tidak bervegetasi.



Gambar 4. Persebaran tingkat kehijauan vegetasi (NDVI) pada lokasi studi.

Tabel 5. Karakteristik NDVI terhadap penggunaan lahan.

No	Penggunaan Lahan	Jumlah Piksel	Standar Deviasi NDVI
1	Hutan	3.391	0,106
2	Perkebunan	7.063	0,113
3	Tegalan	12.943	0,096
4	Sawah	790	0,101
5	Sawah Tadah Hujan	919	0,084
6	Semak Belukar	2.337	0,105
7	Tanah Terbuka	54	0,066
8	Lahan Terbangun dan Permukiman	2.882	0,058

Keragaman vegetasi dapat dilihat juga dari nilai standar deviasi NDVI pada berbagai tutupan lahan (Tabel 5). Nilai standar deviasi NDVI masing-masing tertinggi dan terendah yaitu: perkebunan (0,113) dan lahan terbangun serta permukiman (0,058). Tinggi rendahnya standar deviasi ini menunjukkan keragaman di dalam kelas penggunaan lahan. Pada perkebunan dan kebun terdapat tanaman kopi, teh, karet, cengkeh, lada, dan kakao. Setiap jenis tanaman memiliki bentuk tajuk tanaman dan jarak tanam yang berbeda. Hal ini dapat mempengaruhi gelombang inframerah yang dipantulkan tanaman yang beragam sehingga nilai NDVI menjadi lebih beragam. Lahan terbangun dan permukiman memiliki standar

deviasi rendah karena vegetasi yang sedikit dan pantulan radiasi NIR lebih rendah sehingga nilai NDVI relatif lebih homogen.

Nilai indeks vegetasi standar deviasi dan kerapatan vegetasi pada berbagai penggunaan lahan di atas menunjukkan bahwa lahan di hulu sub DAS Cikapundung cenderung memiliki kondisi yang tidak tertutup oleh vegetasi secara rapat. Hal ini akan berdampak pada kemampuan lahan untuk menangkap, menahan dan menyerapkan air hujan ke dalam tanah secara optimal. Kondisi tutupan lahan yang ada di lokasi studi cenderung akan berkontribusi pada tingginya aliran permukaan. Hal ini selaras dengan Nurrochman *et al.* (2018) dan Salim *et al.* (2019) yang mengemukakan penurunan tutupan lahan vegetasi di hulu DAS berpengaruh pada kondisi hidrologis DAS. Untuk itu perlu upaya peningkatan tutupan lahan seperti melalui reboisasi hutan dan lahan, penghijauan atau pemilihan sistem pertanian yang dapat meningkatkan tutupan lahan vegetasi sehingga fungsi ekologis hulu DAS dapat lebih optimal.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Indeks vegetasi NDVI di Kecamatan Lembang memiliki nilai berkisar antara (-0,228426) ahan, Hal i
2. Terdapat karakteristik NDVI yang beragam pada berbagai penggunaan lahan di lokasi studi. Keragaman tertinggi ada pada penggunaan lahan perkebunan dan keragaman terendah pada lahan terbangun dan permukiman. Keragaman ini dipengaruhi oleh jenis vegetasi, sebaran vegetasi, dan jenis material objek.

Saran:

Pada kondisi normal di luar masa Pandemi Covid-19, uji akurasi di lapangan perlu dilakukan untuk mengetahui jenis tanaman dan kerapatan tanam yang sama dengan waktu perekaman citra.

Daftar Pustaka

Arista C.D.N., I.S. Widimulya, K. Rahma, dan Mulyadi. 2017. Analisis Vegetasi Tumbuhan Menggunakan Metode Transek

- Garis (*Line Transect*) di Kawasan Hutan Lindung Lueng Angen Desa Iboih Kecamatan Sukakarya Kota Sabang. Prosiding Seminar Nasional Biotik: 147-151
- Dewi, C. dan A.A. Supianto. 2015. Pengolahan Citra Satelit dengan Matlab. Universitas Brawijaya Press.
- Dinas Lingkungan Hidup Jawa Barat. 2018. Kondisi Tutupan Lahan Sub DAS Citarum Di Kawasan Bandung Utara(KBU). <http://dlh.jabarprov.go.id/index.php/layanan/k2-categories-2/item/103-kondisi-tutupan-lahan-sub-das-citarum-di-kawasan-bandung-utara-kbu>.
- Feng, Y., C. Gao, X. Tong, S. Chen, Z. Lei, and J. Wang. 2019. Spatial Patterns of Land Surface Temperature and Their Influencing Factor : A Case Study in Suzhou, China. *Remote Sensing*, 11(2): 182
- Frananda H. Hartono, dan R. H. Jatmiko. 2015. Komparasi indeks vegetasi untuk estimasi stok karbon hutan mangrove kawasan Segoro Anak pada kawasan taman nasional Alas Purwo Banyuwangi, Jawa Timur. *Majalah Ilmiah Globe*, 17 (2):113-123
- Hidayati I. N., R. Suharyadi, dan P. Danoedoro. 2018. Kombinasi indeks citra untuk analisis lahan terbangun dan vegetasi perkotaan. *Majalah Geografi Indonesia*, 32 (1): 24-32.
- Hogrefe, K.R., V.P. Patil, D.R. Ruthrauff, B.W. Meixell, M.E. Budde, J.W. Hupp, and D.H. Ward. 2017. Normalized Difference Vegetation Index as an Estimator for Abundance and Quality of Avian Herbivore Forage in Arctic Alaska. *Remote Sens.* 9 (1234): 1-21. doi:10.3390/rs9121234
- Irawan S., dan J. Sirait. 2017. Perubahan kerapatan vegetasi menggunakan citra landsat 8 di kota Bata berbasis web. *Jurnal Kelautan*, 10(2): 174-184
- Jaya, I.N.S. 2010. Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Kinthada N. R., M. K. Gurram, A. Eadara, and V. R. Velagala. 2014. Land use/land cover and NDVI analysis for monitoring the health of micro-watersheds of Sarada River Basin, Vinsakhapatnam District, India. *Journal of Geology & Geosciences*, 3(2): 1-7
- Kurniawan, S., W.O. Nurhaidar, dan I. Salihin. 2017. Optimalisasi transformasi spektral UI, NDBI, NDVI dan kombinasi transformasi spektral UI-NDVI dan NDBI-NDVI guna

- mendeteksi kepadatan lahan terbangun di Kota Magelang. *Jurnal Geografi Aplikasi dan Teknologi*, 1(1): 13-21
- Latuamury, B., T. Gunawan, dan S. Suprayogi. 2012. Pengaruh kerapatan vegetasi penutup lahan terhadap karakteristik resesi hidrograf pada beberapa SubDAS di Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi DIY. *Majalah Geografi Indonesia*, 26(2): 99-116
- Lintang N. C., T. B. Sanjoto, dan H. Tjahjono. 2017. Kajian kerapatan vegetasi hutan lindung Gunung Unggaran Jawa Tengah tahun 2016 menggunakan metode indeks vegetasi. *Geo Image* (1): 1-6
- Munawwaroh, A. 2016. Penerapan analisis vegetasi di hutan Mbeji daerah Wonosalam Jombang. *Jurnal Pedagogia*, 5 (1): 103-110
- Navulur, K. 2007. *Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm*. CRC Press.
- Nurrochman, E., B. Joy, dan C. Asdak. 2018. Kajian sistem hidrologi akibat perubahan tataguna lahan di kawasan Bandung Utara (studi kasus Kabupaten Bandung Barat). *Envirosan*, 1(1): 26-28
- Peraturan Menteri Kehutanan tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.12/Menhut-II/2012 Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTk RHL-DAS). Nomor: P12 Tahun 2010.
- Pertiwi A. D., N. F. A. Safitri, dan D. A. Azzahro. 2019. Penyebaran vegetasi semak, herba, dan pohon dengan metode kuadrat di Taman Pancasila. *Proceeding of Biology Education*, 3(1): 185-191.
- Puntodewo, A., S. Dewi, dan J. Tarigan. 2003. Sistem Informasi Geografi untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam. International Forestry Research (CIFOR). Bogor.
- Salim, A.G., I.W.S. Dharmawan, dan B.H. Narendra. 2019. Pengaruh perubahan luas tutupan lahan hutan terhadap karakteristik hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17 (2): 333-340
- Sandholt, I., K. Rasmussen, dan J. Andersen. 2002. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. *Remote Sensing of Environment*, 79: 213-224
- Soewarno. 1995. *Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Nova. Bandung.
- Sudiana, D. dan E Diasmara. 2008. Analisis indeks vegetasi menggunakan data satelit NOAA/AVHRR dan TERRA/AQUA-MODIS. Seminar on Intelligent Technology and Its Applications 2008: 423-428
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Sutrisna, N. , S. R. P. Sitorus, K. Subagyono. 2010. Tingkat kerusakan tanah di hulu Sub DAS Cikapundung kawasan Bandung Utara. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 32: 71-82
- Suwargana, N. 2013. Resolusi spasial, temporal dan spektral pada citra satelit Landsat, SPOT, dan IKONOS. *Jurnal Ilmiah WIDYA*, 1(2): 167-174
- Tucker, C. 1979. Red and photographic infrared linear combination fot monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8: 127-150
- Zhao, L., P. Zhang, X. Ma, and Z. Pan. 2017. Land cover information extraction based on daily NDVI time series and multiclassifier combination. Hindawi: 1-11.

Warda, I.M. · B. Waluyo

Kompatibilitas persilangan interspesifik pada spesies cabai

Sari. Peningkatan produksi cabai (*Capsicum sp.*) dapat dilakukan dengan melakukan diversifikasi jenis baru dari hasil persilangan antar spesies. Tujuan penelitian ialah untuk mempelajari kompatibilitas pada penyerbukan sendiri dan penyerbukan silang buatan interspesies. Penelitian dilaksanakan pada Januari 2020 – Juni 2020. Bahan yang digunakan ialah 4 spesies cabai. Persilangan disusun berdasarkan rancangan perkawinan dialil lengkap. Terdapat 16 kombinasi persilangan. Perbedaan karakter kuantitatif penyerbukan sendiri dan silang diuji menggunakan uji t 5%. Penyerbukan sendiri pada setiap spesies memiliki kompatibilitas penuh dengan persentase pembentukan buah yaitu 100%. Persilangan antara *C. annuum* Cann(B)-CYM2-151-3 x *C. baccatum* Cbac-09(S), *C. frutescens* Cfru-03(4) x *C. annuum* Cann(B)-CYM2-151-3 dan *C. frutescens* Cfru-03(4) x *C. baccatum* Cbac-09(S) memiliki kompatibilitas penuh dengan persentase 65%, 50% dan 85%. Persilangan antara *C. annuum* Cann(B)-CYM2-151-3 x *C. frutescens* Cfru-03(4), *C. frutescens* Cfru-03(4) x *C. chinense* (Cchi-01) memiliki kompatibilitas sebagian dengan persentase sebesar 48% dan 46%. Inkompatibilitas terjadi pada persilangan *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) x *C. chinense* (Cchi-01), *C. baccatum* (Cbac-09(S)) x *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3), *C. baccatum* (Cbac-09(S)) x *C. frutescens* (Cfru-03(4)), *C. baccatum* (Cbac-09(S)) x *C. chinense* (Cchi-01), *C. chinense* (Cchi-01) x *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3), *C. chinense* (Cchi-01) x *C. frutescens* (Cfru-03(4)), *C. chinense* (Cchi-01) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)).

Kata kunci: *C. annuum* · *C. baccatum* · *C. chinense* · *C. frutescens* · Persilangan.

Compatibility of interspecific crosses in chili

Abstract. Production of chili (*Capsicum sp.*) can be increased by diversifying new types of crosses between species. The research objective was to study the compatibility of self-pollination and cross-pollination between species. This research was conducted in Januari 2020 – Juni 2020. The materials were included 4 species of *C. annuum* sp. Crossing of 4 species *Capsicum* sp. using a dialel design. All selfing of each species showed that percentage of fruit set was 100%. Crosses of *C. annuum* (Cann (B)-CYM2-151-3) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)), *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. annuum* (Cann (B)-CYM2-151-3) and *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)) had full compatibility with percentages of 65%, 50%, and 85%, respectively. Crosses between *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) x *C. frutescens* (Cfru-03(4)), *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. chinense* (Cchi-01) had partial compatibility with a percentage of 48% and 46%. Incompatibilities occurred in *C. annuum* (Cann (B)-CYM2-151-3) x *C. chinense* (Cchi-01), *C. baccatum* (Cbac-09(S)) x *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3), *C. baccatum* (Cbac-09(S)) x *C. frutescens* (Cfru-03(4)), *C. baccatum* (Cbac-09(S)) x *C. chinense* (Cchi-01), *C. chinense* (Cchi-01) x *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3), *C. chinense* (Cchi-01) x *C. frutescens* (Cfru-03(4)), *C. chinense* (Cchi-01) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)).

Keywords: *C. annuum* · *C. baccatum* · *C. frutescens* · *C. chinense* · Hybridization

Diterima : 25 Agustus 2020, Disetujui : 12 Desember 2020, Dipublikasikan : 31 Desember 2020
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.29234>

Warda, M.W. · B. Waluyo

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang

Korespondensi: budiwaluyo@ub.ac.id

Pendahuluan

Cabai (*Capsicum* sp.) merupakan tanaman hortikultura yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia, karena manfaatnya yang begitu besar. Manfaat cabai diantaranya sebagai bumbu dapur, industri, dan obat-obatan (Shandila *et al.*, 2019). Cabai juga digunakan sebagai penguat makanan seperti sambal (Waskito *et al.*, 2018). Lebih dari 100 spesies *Capsicum* telah teridentifikasi, lima diantaranya telah dibudidayakan, yaitu *C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum*, dan *C. pubescens* (Undang *et al.*, 2015). Cabai segar sebagian besar terdiri dari air (92%), sisanya adalah karbohidrat dan sejumlah kecil protein dan lemak. Dalam 100 gram cabai mengandung 31 kalori; 92% air; 1 gram protein; 6 gram karbohidrat; 4,2 gram gula; 2,1 gram serat; 0,3 gram lemak; selain itu juga mengandung vitamin C yang sangat tinggi (Arnason, 2019). Kandungan vitamin C pada tiap 100 g cabai berkisar antara 11,9-195,8 mg dan vitamin A berkisar 20,84-303 IU (Kantar *et al.*, 2016).

Produksi cabai di dunia terus mengalami pertumbuhan selama 20 tahun terakhir. Produksi cabai segar dunia mencapai 36,09 juta ton pada tahun 2017 (FAO, 2019). Terdapat sekitar 126 negara yang membudidayakan cabai. Produksi cabai tertinggi berasal dari Asia, yaitu sebesar 66,5%, diikuti Amerika sebesar 13,2%, Eropa 10,4%, Afrika 9,7% dan Oceania 0,2%. Produksi cabai di Indonesia dari tahun 2000 hingga 2017 sebesar 1,37 juta ton (FAO, 2019). Efisiensi teknis yang tinggi penting untuk meningkatkan produksi (Rochayat and Munika, 2015). Peningkatan produksi cabai juga dapat diupayakan dengan program pemuliaan tanaman, salah satunya adalah dengan melakukan persilangan interspesifik (Agustina dan Waluyo, 2017). Persilangan interspesifik adalah persilangan tanaman yang berbeda spesies (Fehr, 1991).

Persilangan interspesifik dilakukan untuk mendapatkan karakter baru yang tidak dimiliki oleh induk tanaman. Persilangan interspesifik juga dapat digunakan untuk menambah keragaman genetik serta memperoleh sifat ketahanan terhadap hama dan penyakit (Fehr dan Hadley, 1980). Selain itu persilangan interspesifik digunakan untuk menghasilkan plasma nutfah baru dan memperluas keragaman genetik pada cabai (Yoon *et al.*, 2006).

Tingkat keberhasilan persilangan antar cabai bervariasi, tergantung dari spesies yang akan disilangkan. Semakin jauh hubungan kekerabatan maka semakin tinggi resiko akan terjadi kegagalan untuk mendapatkan tanaman F1 yang hidup dan fertil (Martins *et al.*, 2015). Perlu adanya keterampilan dalam menyilangkan untuk melakukan persilangan interspesifik karena cabai merupakan tanaman menyerbuk sendiri. Oleh karena itu, perlu dipelajari tentang kompatibilitas persilangan pada persilangan interspesifik pada cabai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kompatibilitas pada persilangan interspesifik antara *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-2), *C. frutescens* (Cfru-03(4)), *C. baccatum* (Cbac-09(S)), dan *C. chinense* (Cchi-01). Hipotesis dari penelitian ini adalah persilangan interspesifik pada *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-2), *C. frutescens* (Cfru-03(4)), *C. baccatum* (Cbac-09(S)), dan *C. chinense* (Cchi-01) mempunyai tingkat kompatibilitas yang bervariasi.

Bahan dan Metode

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Januari – Juni 2020 di Seed and Nursery Industry, Agrotechno Park, Universitas Brawijaya, yang berlokasi di Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Tempat penelitian berada pada ketinggian 324 m dpl, dengan suhu minimum 24 °C dan suhu maksimum 31°C yang memiliki rata-rata curah hujan 101-543 mm per tahun. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2020 – Juni 2020.

Bahan yang digunakan ialah 4 spesies cabai, yaitu *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-2), *C. frutescens* (Cfru-03(4)), *C. baccatum* (Cbac-09(S)), dan *C. chinense* (Cchi-01), tanah, pupuk kandang, ZA, fertiphosphate, KCl, insektisida, dan alkohol. Penelitian dilakukan dengan mengobservasi tingkat kompatibilitas, pengamatan karakter kualitatif, dan kuantitatif buah. Rancangan perkawinan yang digunakan adalah dialel lengkap. Terdapat 16 kombinasi set persilangan. Setiap spesies akan diwakili 12 tanaman sehingga total terdapat 48 tanaman yang akan ditanam secara berkala yang bertujuan untuk menjaga viabilitas polen dan sinkronisasi persilangan.

Perbedaan rata-rata karakter kuantitatif dari hasil penyerbukan sendiri dan persilangan

dilakukan analisis menggunakan uji t. Dengan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Keterangan :

- t = t hitung
- n_1, n_2 = jumlah sampel
- X_1 = rata-rata sampel 1
- X_2 = rata-rata sampel2.

Hasil dan Pembahasan

Hasil perhitungan nilai kompatibilitas persilangan antar spesies menunjukkan bahwa persentase keberhasilan pembentukan buah setiap persilangan berbeda-beda. Hasil penyerbukan sendiri masing-masing spesies menunjukkan persentase kompatibilitas sebesar 100% yang artinya persilangan sendiri tersebut kompatibel (Tabel 1).

Tabel 1. Kompatibilitas Persilangan Interspesifik Cabai

Kombinasi Persilangan	Jumlah Bunga Yang Disilangkan	Jumlah Buah Jadi	Persentase Buah Jadi
<i>C. annuum</i> (Can(B)-CYM2-151-3) x	20	20	100%
<i>C. annuum</i> (Can(B)-CYM2-151-3			
<i>C. annuum</i> (Can(B)-CYM2-151-3 x	25	12	48%
<i>C. frutescens</i> (Cfru-03(4))			
<i>C. annuum</i> (Can(B)-CYM2-151-3 x	20	13	65%
<i>C. baccatum</i> (Cbac-09(S))			
<i>C. annuum</i> (Can(B)-CYM2-151-3 x	20	0	0%
<i>C. chinense</i> (Cchi-01)			
<i>C. frutescens</i> (Cfru-03(4)) x	20	20	100%
<i>C. frutescens</i> (Cfru-03(4))			
<i>C. frutescens</i> (Cfru-03(4)) x	20	10	50%
<i>C. annuum</i> (Can(B)-CYM2-151-3			
<i>C. frutescens</i> (Cfru-03(4)) x	23	19	82%
<i>C. baccatum</i> (Cbac-09(S))			
<i>C. frutescens</i> (Cfru-03(4)) x	15	7	46%
<i>C. chinense</i> (Cchi-01)			
<i>C. baccatum</i> (Cbac-09(S)) x	20	20	100%
<i>C. baccatum</i> (Cbac-09(S))			
<i>C. baccatum</i> (Cbac-09(S)) x	26	0	0
<i>C. annuum</i> (Can(B)-CYM2-151-3			
<i>C. baccatum</i> (Cbac-09(S)) x	15	0	0
<i>C. frutescens</i> (Cfru-03(4))			
<i>C. baccatum</i> (Cbac-09(S)) x	15	0	0
<i>C. chinense</i> (Cchi-01)			
<i>C. chinense</i> (Cchi-01) x	20	20	100%
<i>C. chinense</i> (Cchi-01)			
<i>C. chinense</i> (Cchi-01) x	15	0	0
<i>C. annuum</i> (Can(B)-CYM2-151-3			
<i>C. chinense</i> (Cchi-01) x	20	0	0
<i>C. frutescens</i> (Cfru-03(4))			
<i>C. chinense</i> (Cchi-01) x	15	0	0
<i>C. baccatum</i> (Cbac-09(S))			

Hasil persilangan tertinggi diperoleh dari hasil penyerbukan sendiri, dimana rata-rata kompatibilitasnya adalah 100%. Hal ini disebabkan adanya kecocokan antara putik dengan benang sari sehingga dapat terjadi pembuahan. Persilangan yang dilakukan pada spesies yang sama pada umumnya akan menghasilkan jumlah dan kualitas biji yang baik (do Rêgo *et al.*, 2011). Hal yang sama juga diungkapkan oleh (Nascimento *et al.*, 2015), persilangan antar spesies yang sama pada umumnya akan lebih mudah menghasilkan biji, dibandingkan persilangan antar spesies.

Pada persilangan *C. annuum*, antara *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) × *C. baccatum* (Cbac-09(S)) menghasilkan persentase kompatibilitas tertinggi yaitu sebesar 65%, tetapi persentase kompatibilitas terendah dihasilkan pada kombinasi *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) × *C. chinense* (Cchi-01), yaitu 0%. Pada persilangan *C. frutescens*, jika dilakukan persilangan *C. frutescens* (Cfru-03(4)) × *C.*

baccatum (Cbac-09(S)) akan menghasilkan persentase kompatibilitas terbesar, yaitu sebesar 82%, sedangkan persilangan antara *C. frutescens* (Cfru-03(4)) × *C. chinense* (Cchi-01) akan memperoleh persentase terendah yaitu sebesar 46% (Tabel 1). Berbeda halnya jika *C. baccatum* (Cbac-09(S)) dan *C. chinense* (Cchi-01) dijadikan tetua betina, hasilnya tidak ada persilangan yang berhasil atau persentase 0%.

Persilangan interspesifik seringkali gagal dikarenakan polen inkompatibel dengan pistil sehingga polen berhenti tumbuh sebelum mencapai ovarii. Hal ini disebut dengan *pre-zygotic* inkompatibel. (Martins *et al.*, 2015), menyebutkan penyebab kegagalan persilangan interspesifik diantaranya adalah lambatnya pertumbuhan tabung serbuk sari menuju *ovule* dan adanya kematian embrio yang disebabkan oleh degenerasi endosperma, sedangkan menurut Barchenger dan Bosland (2019), inkompatibilitas pada cabai dapat terjadi saat *pre-zygotic* yaitu ketidaksesuaian polen dan pistil.

Tabel 2. Rata-rata bobot buah hasil penyerbukan sendiri dan hasil penyerbukan silang antar spesies.

		Cann(B)- CYM2-151-3	Cfru-03(4)	Cbac-09(S)	Cchi- 03
Cann(B)- CYM2-151-3	Rata-Rata Bobot Buah (gr)	9,76	9,58	8,96	-
	P value	-	0,74	0,28	-
Cfru-03(4)	Rata-Rata Bobot Buah (gr)	2,24	2,93	2,16	1,94
	P value	0,00**	-	0,00**	0,00**
Cbac-09(S)	Rata-Rata Bobot Buah (gr)	18,93	-	-	-
	P value	-	-	-	-
Cchi – 03	Rata-Rata Bobot Buah (gr)	5,18	-	-	-
	P value	-	-	-	-

Keterangan: (*) : berbeda pada uji t 5%, (**) berbeda pada uji t 1% antara rata-rata hasil penyerbukan sendiri dan hasil penyerbukan silang antar spesies, (-) : tidak ada data.

Tabel 3. Rata-rata panjang buah hasil penyerbukan sendiri dan hasil penyerbukan silang antar spesies.

		Cann(B)- CYM2-151-3	Cfru-03(4)	Cbac-09(S)	Cchi-03
Cann(B)- CYM2-151-3	Rata-Rata Panjang buah (cm)	11,34	10,21	9,28	-
	P value	-	0,07	0,00**	-
Cfru-03(4)	Rata-Rata Panjang Buah (cm)	6,69	5,94	13,15	9,25
	P value	0,00**	-	0,00**	0,00**
Cbac-09(S)	Rata-Rata Panjang Buah (cm)	3,84	-	-	-
	P value	-	-	-	-
Cchi-03	Rata-Rata Panjang Buah (cm)	2,98	-	-	-
	P value	-	-	-	-

Keterangan: (*) : berbeda pada uji t 5%, (**) berbeda pada uji t 1% antara rata-rata hasil penyerbukan sendiri dan hasil penyerbukan silang antar spesies, (-) : tidak ada data

Tabel 4. Rata-rata diameter buah hasil penyerbukan sendiri dan hasil penyerbukan silang antar spesies.

		Cann(B)- CYM2-151-3	Cfru-03(4)	Cbac-09(S)	Cchi-03
Cann(B)- CYM2-151-3	Rata-Rata diameter buah (cm)	1,40	1,50	1,50	-
	P value	-	0,14	0,17	-
Cfru-03(4)	Rata-Rata diameter buah (cm)	0,97	0,95	0,89	0,92
	P value	0,60		0,06	0,59
Cbac-09(S)	Rata-Rata diameter buah (cm)	3,19	-	-	-
	P value	-	-	-	-
Cchi - 03	Rata-Rata diameter buah (cm)	2,15	-	-	-
	P value	-	-	-	-

Keterangan: (*) : berbeda pada uji t 5%, (**) berbeda pada uji t 1% antara rata-rata hasil penyerbukan sendiri dan hasil penyerbukan silang antar spesies, (-) : tidak ada data

Tabel 5. Rata-rata jumlah biji hasil penyerbukan sendiri dan penyerbukan silang antar spesies.

		Cann(B)- CYM2-151-3	Cfru-03(4)	Cbac-09(S)	Cchi- 03
Cann(B)- CYM2-151-3	Rata-Rata Jumlah Biji	107	97	99	
	P value	-	0,30	0,47	
Cfru-03(4)	Rata-Rata Jumlah Biji	37	43	45	
	P value	0,01*	-	0,40	
Cbac-09(S)	Rata-Rata Jumlah Biji	111	-	-	
	P value	-	-	-	
Cchi-03	Rata-Rata Jumlah Biji	22,4	-	-	
	P value	-	-	-	

Keterangan: (*) : berbeda pada uji t 5%, (**) berbeda pada uji t 1% antara rata-rata hasil penyerbukan sendiri dan hasil penyerbukan silang antar spesies, (-) : tidak ada data.

Tabel 6. Rata-rata bobot biji penyerbukan sendiri dan hasil penyerbukan silang antar spesies.

		Cann(B)- CYM2-151-3	Cfru-03(4)	Cbac-09(S)	Cchi-03
Cann(B)- CYM2-151-3	Rata-Rata Bobot Buah (gr)	0,70	0,19	0,53	-
	P value	-	0,000**	0,003*	-
Cfru-03(4)	Rata-Rata Bobot Buah (gr)	0,13	0,21	0,15	0,09
	P value	0,20	-	0,000**	0,000**
Cbac-09(S)	Rata-Rata Bobot Buah (gr)	0,78	-	-	-
	P value	-	-	-	-
Cchi - 03	Rata-Rata Bobot Buah (gr)	0,14	-	-	-
	P value	-	-	-	-

Keterangan: (*) : berbeda pada uji t 5%, (**) berbeda pada uji t 1% antara rata-rata hasil penyerbukan sendiri dan hasil penyerbukan silang antar spesies, (-) : tidak ada data.

Bobot buah yang diperoleh dari hasil penyerbukan persilangan *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3), *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)) dan *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. chinense* (Cchi-01) memiliki perbedaan yang

nyata terhadap bobot buah hasil dari penyerbukan sendiri (Tabel 2). Hasil persilangan *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)), *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3), *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. chinense* (Cchi-01),

C. frutescens (Cfru-03(4)) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)) memiliki perbedaan yang sangat nyata terhadap panjang buah hasil selfing (Tabel 3). Persilangan *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) x *C. frutescens* (Cfru-03), *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)), *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3), *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)) dan *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. chinense* (Cchi-01) tidak menghasilkan perbedaan diameter buah terhadap hasil selfing (Tabel 4). Perbedaan hasil persilangan interspesifik dapat disebabkan oleh perbedaan genotipe yang disilangkan. Perbedaan karakter yang diperoleh dapat disebabkan oleh faktor genetik dari masing-masing genotipe (Shandila et al., 2017; Waluyo et al., 2018).

Dari Tabel 5 diketahui bahwa rata-rata jumlah biji persilangan *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-03) berbeda dari selfing, sedangkan untuk persilangan *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) x *C. frutescens* (Cfru-03), *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)), *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)) dan *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. chinense* (Cchi-01) tidak memiliki perbedaan yang terhadap hasil selfingnya. Persilangan yang lain tidak dapat dibandingkan karena tidak ada data. Tidak adanya data disebabkan oleh tidak ada buah yang terbentuk sehingga biji yang dihasilkan pun tidak ada. Salah satu penyebab kegagalan pembentukan buah adalah tidak cocoknya putik dan serbuk sari. Keberhasilan persilangan kerabat jauh sangat tergantung dekat atau tidaknya hubungan yang disilangkan. Semakin jauh hubungan kekerabatan tersebut maka besar kemungkinan untuk terjadi kegagalan (Syukur et al., 2018)

Bobot biji hasil persilangan *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) x *C. frutescens* (Cfru-03), *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)), *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) dan *C. frutescens* (Cfru-03(4)) x *C. chinense* (Cchi-01) memiliki perbedaan yang sangat nyata terhadap bobot biji hasil selfing (Tabel 6). Hasil lain ditunjukkan dari persilangan *C. annuum* (Cann(B)-CYM2-151-3) x *C. baccatum* (Cbac-09(S)) memiliki perbedaan bobot biji yang nyata terhadap hasil selfingnya, sedangkan untuk persilangan yang lain tidak dapat dibandingkan karena tidak terdapat data yang diperoleh. Gagalnya

pembentukan biji disebabkan terdapat beberapa biji yang infertile di antara persilangan tersebut. Perbedaan karakter yang diperoleh dapat disebabkan oleh faktor genetik dari masing-masing genotipe (Shandila et al., 2017; Waluyo et al., 2018).

Kesimpulan

Penyerbukan sendiri pada setiap spesies cabai memiliki kompatibilitas penuh dengan persentase pembentukan buah yaitu 100%. Pada persilangan interspesifik memiliki kompatibilitas penuh, sebagian, dan inkompatibilitas, tergantung dari pasangan persilangan interspesifik yang dilakukan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur Agro Techno Park yang telah menyediakan fasilitas penelitian di Seed and Nursery Industry, dan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Agustina, N.I., and B. Waluyo. 2017. Keragaman Karakter Morfo-Agronomi dan Keanekaragaman Galur-galur Cabai Besar (*Capsicum annuum* L.). J. Agro 4(2): 120-130. doi: 10.15575/1608.
- Arnason, A. 2019. Bell Peppers 101: Nutrition Facts and Health Benefits. Healthline. <https://www.healthline.com/nutrition/foods/bell-peppers#benefits>.
- Barchenger, D.W., and P.W. Bosland. 2019. North American crop wild relatives. North Am. Crop Wild Relat. Vol. 2 2(7): 225-242. doi: 10.1007/978-3-319-97121-6.
- FAO. 2019. Crop. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>.
- Fehr, W. 1991. Principle of Cultivar Development: Theory and Technique. Volume 1. Macmillan Publishing Company, America.
- Fehr, W., and H.. Hadley. 1980. Hybridization of Crop Plants. American Society of Agronomy and Crop Science Society of

- America, Publishers, Madisom, Wisconsin, USA.
- Kantar, M.B., J.E. Anderson, S.A. Lucht, K. Mercer, V. Bernau, et al. 2016. Vitamin variation in *Capsicum* spp. provides opportunities to improve nutritional value of human diets. PLoS One 11(8): 1-12. doi: 10.1371/journal.pone.0161464.
- Martins, K.C., T.N.S. Pereira, S.A.M. Souza, R. Rodrigues, and A.T. do Amaral Junior. 2015. Crossability and evaluation of incompatibility barriers in crosses between *capsicum* species. Crop Breed. Appl. Biotechnol. 15(3): 139-145. doi: 10.1590/1984-70332015v15n3a25.
- Nascimento, N.F.F., M.F. Nascimento, E.R. Rêgo, J.A.M. Lima, M.M. Rêgo, et al. 2015. Intraspecific cross-compatibility in ornamental pepper. Acta Hortic. 1087: 339-344. doi: 10.17660/ActaHortic.2015.1087.44.
- do Rêgo, E.R., M.M. do Rêgo, C.D. Cruz, F.L. Finger, and V.W.D. Casali. 2011. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). Genet. Resour. Crop Evol. 58(6): 909-918. doi: 10.1007/s10722-010-9628-7.
- Rochayat, Y., and V.R. Muniaka. 2015. Respon kualitas dan ketahanan simpan cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dengan penggunaan jenis bahan pengemas dan tingkat kematangan buah. Kultivasi 14(1): 65-72. doi: 10.24198/kultivasi.v14i1.12093.
- Shandila, P., N.I. Agustina, P. Kurniawan, D. Saptadi, and B. Waluyo. 2017. Potensi Hasil Buah dan Biji Galur-Galur Potensial Sebagai Sumber Benih Untuk Calon Varietas Cabai Bersari Bebas. p. 75-82
- Shandila, P., B. Waluyo, and A.L. Adiredjo. 2019. Evaluasi kemajuan genetik seleksi langsung dan tidak langsung melalui komponen hasil beberapa galur cabai besar (*Capsicum annuum* L.). J. Produksi Tanam. 7(1): 90-97.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, and R. Yunianti. 2018. Teknik Pemuliaan Tanaman (S. Nugroho and Febriani, editors). 3rd ed. Penabur Swadaya Grup, Jakarta.
- Undang, M. Syukur, and Sobir. 2015. Identifikasi spesies cabai rawit (*Capsicum* spp.) berdasarkan daya silang dan karakter morfologi. J. Agron. Indones. (Indonesian J. Agron. 43(2): 118. doi: 10.24831/jai.v43i2.10413.
- Waluyo, B., D. Saptadi, N.R. Ardiarini, P. Shandila, N.I. Agustina, et al. 2018. Seleksi galur-galur cabai berdasarkan penampilan penciri spesifik karakter agronomi dengan biplot analisis komponen utama. In: Hayati, P.K.D., Sutoyo, and Fadli, M., editors, Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (Peripi): Kedaulatan Benih Menuju Lumbung Pangan Dunia 2045. LPTIK Universitas Andalas. p. 237-244
- Waskito, H., A. Nuraini, and N. Rostini. 2018. Respon pertumbuhan dan hasil cabai keriting (*Capsicum annuum* L.) CK5 akibat perlakuan pupuk npk dan pupuk hayati. Kultivasi 17(2): 676-681. doi: 10.24198/kultivasi.v17i2.17856.
- Yoon, B., C.Y. Dong, W. Do Jae, and G.P. Hyo. 2006. Overcoming two post-fertilization genetic barriers in interspecific hybridization between *Capsicum annuum* and *C. baccatum* for introgression of anthracnose resistance. Breed. Sci. 56(1): 31-38. doi: 10.1270/jsbbs.56.31.

Mubarok. S. · A.R. Al Adawiyah · A. Rosmala · F. Rufaidah · A. Nuraini · E. Suminar

Hormon etilen dan auksin serta kaitannya dalam pembentukan tomat tahan simpan dan tanpa biji

Sari. Tomat merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura penting di Indonesia. Seiring dengan perkembangan teknologi, sudah banyak dikembangkan varietas tomat baru yang mempunyai karakter-karakter yang diinginkan antara lain tahan akan penyakit, produktivitas tinggi tinggi, kandungan nutrisi tinggi dan lain-lain. Penerapan teknologi melalui pendekatan hormonal sangat penting untuk menghasilkan jenis tomat baru, diantaranya adalah hormone etilen dan auksin. Kedua hormone tersebut sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tomat khususnya untuk menghasilkan tomat yang adaptif pada kondisi lingkungan tercekam dan ketahanan simpan buah yang tinggi. Teknologi mutasi pada kedua hormone tersebut sudah dapat menghasilkan tomat yang diinginkan diantaranya adalah tomat iaa9-3 yang merupakan tomat yang mengalami mutasi pada gen IAA9 dengan karakter yang dihasilkan berupa buah tanpa biji dan tomat Sletr1-2 yang merupakan tomat yang mengalami mutasi pada gen SIETR1 dengan karakter yang dihasilkan berupa buah tomat tahan simpan. Dalam review ini akan dibahas bagaimana peranan auksin, etilen dan peranan mutasi dalam menghasilkan tomat tanpa biji dan tahan simpan, serta persektif masa depan dalam pengembangan tomat di Indonesia.

Kata kunci: Auksin · Etilen · Mutasi · Partenokarpi · Tomat

Ethylene and Auxin, and Their Relation in the Development of Long Fruit Shelf Life and Parthenocarpy Tomatoes

Abstract, Tomato is one of the important horticultural crops in Indonesia. Along with technological developments, many new tomato varieties have been developed that have the desired characteristics, including disease resistance, high productivity, high nutrient content and others. The application of technology through a hormonal approach is very important to produce new varieties of tomatoes, including ethylene and auxin. Both of these hormones are very influential on the growth and yield of tomatoes, especially to produce tomatoes that are adaptive to stressful environmental conditions and high fruit storage resistance. The mutation technology in these two hormones has been able to produce the desired tomatoes, including tomatoes iaa9-3, which is a tomato that has a mutation in the IAA9 gene with the resulting characters in the form of seedless fruit. Sletr1-2 tomatoes, which are tomatoes that have mutations in the SIETR1 gene with the resulting character is a shelf-stable tomato. This review will discuss the role of auxin, ethylene and the role of mutations in producing parthenocarpy tomato and long fruit shelf-life tomatoes, as well as future perspectives in the development of tomatoes in Indonesia.

Keywords: Auxin · Ethylene · Mutation · Parthenocarpy · Tomato

Diterima : 11 September 2020, Disetujui : 26 Desember 2020, Dipublikasikan : 31 Desember 2020
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.29408>

Mubarok. S¹. · A.R.A. Adawiyah² · A. Rosmala^{2,3} · F. Rufaidah³ · A. Nuraini¹ · E. Suminar¹

¹ Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

² Program Studi Agroekologi Universitas Perjuangan

³ Program Studi Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Korespondensi: syariful.mubarok@unpad.ac.id

Pendahuluan

Tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan masih memerlukan penanganan serius, terutama dalam hal peningkatan hasil dan kualitas buahnya (Wasonowati 2011). Tomat merupakan buah yang diminati masyarakat karena kaya akan nutrisi, mineral dan antioksidan. Buah tomat memiliki cukup nutrisi dan bergizi baik karena terdapat kandungan vitamin A, B, C, D, dan E, fitosterol, asam folat, antioksidan, *lycopene*, alpha, beta, karoten, dan potassium (Mubarok *et al.*, 2017). Buah tomat pada kadar 100 g memiliki kandungan setara dengan 4,2 g karbohidrat, 0,3 g lemak, 1 g protein, 5 mg kalsium, 27 mg fosfor, 0,5 mg zat besi, 1500 vitamin A dalam bentuk karoten, 60 mg vitamin B berupa niasin, dan 40 mg vitamin C berupa asam askorbat (Marliah *et al.* 2012). Tomat dapat dikonsumsi dalam bentuk segar maupun olahan. Hasil olahan jus tomat sangat bermanfaat untuk mencegah *fotoaging* yang disebabkan oleh radiasi sinar ultraviolet-B (Mubarok *et al.* 2017). Konsumsi tomat dalam bentuk olahan, mulai dari skala rumah tangga sampai pabrik besar, menyebabkan kebutuhan tomat semakin meningkat, akibatnya Indonesia banyak mengimpor tomat untuk memenuhi kebutuhan tomat di Indonesia. Rendahnya produksi tomat sangat bergantung terhadap faktor lingkungan, hal tersebut disebabkan tanaman tomat merupakan tanaman yang rentan terhadap cekaman.

Badan Pusat Statistik (2016), melaporkan bahwa pada tahun 2014 produksi buah tomat di Indonesia mencapai 915.587 ton, sedangkan pada tahun 2015 mengalami penurunan menjadi 887.792 ton. Menurunnya produksi tomat merupakan permasalahan yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kondisi lingkungan tumbuh tanaman yang diakibatkan oleh suhu tinggi. Suhu yang tinggi pada tanaman tomat dapat menyebabkan penurunan produktivitas dan kualitas pascapanennya. Suhu tinggi juga menyebabkan proses respirasi, transpirasi, dan hormon etilen yang dihasilkan mengalami peningkatan yang dapat mengakibatkan hasil panen mudah mengalami kerusakan (Mubarok *et al.*, 2015).

Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil produksi tomat adalah penanganan pascapanen. Sifat tanaman tomat yang *perishable* akibat

memiliki kandungan air yang tinggi serta tergolong dalam tanaman klimakterik menyebabkan laju respirasi yang meningkat selaras dengan terjadinya penuaan (Mubarok *et al.*, 2015). Hal tersebut disebabkan kandungan gas etilen mampu mempercepat laju respirasi sehingga buah akan cepat mengalami penuaan (Mubarok *et al.*, 2019). Etilen pada tanaman berdampak buruk terhadap kualitas buah, karena mampu mempercepat daya simpan buah.

Selain permasalahan mengenai daya simpan, permintaan terhadap buah tomat berkualitas semakin menjadi perhatian. Aspek kualitas buah yang menjadi perhatian antara lain warna, aroma, rasa, dan keberadaan biji pada buah. Kebanyakan konsumen lebih suka terhadap buah tanpa biji. Buah tanpa biji disebut sebagai partenokarpi. Keuntungan dari buah yang bersifat sebagai partenokarpi adalah produksi buah lebih stabil, produktivitas lebih meningkat, dan kualitas buah menjadi lebih baik (Purnamaningsih *et al.*, 2016).

Etilen merupakan senyawa hidrokarbon tidak jenuh (C_2H_4) yang pada tumbuhan ditemukan dalam fase gas, sehingga disebut juga gas etilen. Gas etilen tidak berwarna dan mudah menguap pada suhu kamar (Sinha, 2014). Menurut Nazar *et al.* (2014), etilen yang dihasilkan oleh tanaman memiliki peran ganda dalam mengontrol pertumbuhan sekaligus penuaan pada tanaman. Proses pematangan buah dapat ditekan melalui pengendalian produksi etilen maupun sensitivitas tanaman terhadap etilen. *Sletr1-2* merupakan domain transmembran kedua dari gen reseptor etilen (*SLETR1*) yang memiliki efek meminimalkan laju etilen sehingga umur simpan meningkat (Okabe *et al.*, 2011; Mubarok *et al.*, 2015). Karakter yang terdapat pada mutan *Sletr1-2* berguna untuk memperpanjang umur simpan buah dari kultivar tomat hibrida. Pemanfaatan tomat *Sletr1-2* dan *iaa9-3* dapat menjadi solusi terhadap permasalahan penurunan produktivitas ataupun kualitas pascapanen buah tomat yang diakibatkan karena meningkatnya suhu.

Hormon auksin dari jenis *indole acetic acid* (IAA) berperan dalam menginduksi partenokarpi. Selain itu, auksin dari jenis IAA berperan dalam menginduksi pembesaran sel, pertumbuhan sel, pertumbuhan tanaman, perkembangan buah, serta menunda proses kematangan buah (Sinha, 2004).

Buah partenokarpi (tanpa biji) adalah buah yang terbentuk tanpa proses polinasi dan fertilisasi. Buah tanpa biji memiliki karakter yang mewakili kebutuhan pasar karena sangat digemari oleh konsumen (Mazzucato et al. 2015). Penjelasan baru-baru ini mengenai mekanisme genetik molekuler mengendalikan buah yang diatur dalam tomat telah membuka jalan untuk memanfaatkan mutasi baru untuk partenokarpi. Transisi bunga ke buah berada di bawah regulasi multihormon yang kompleks, dan mekanisme molekuler yang mendasari proses ini terus diselidiki secara intensif (Ruan et al. 2012).

Buah partenokarpi memiliki banyak manfaat untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas buah yang biasanya diterapkan pada tanaman dari komoditas hortikultura untuk kepentingan komersil. Menurut Pandolfini (2009), usaha untuk menghasilkan buah yang bersifat sebagai partenokarpi cukup baik untuk dikembangkan karena dalam prosesnya berguna untuk menghambat kematangan buah dan meningkatkan daya simpan buah.

Gen IAA9, anggota keluarga Auksin/IAA dari faktor transkripsi (TF) dalam tomat, memainkan peran utama dalam rangkaian pembentukan buah, karena tanaman yang dipengaruhi oleh teknologi *antisense* (As-IAA9) menunjukkan beberapa cacat perkembangan terkait IAA, termasuk perilaku partenokarpi yang kuat (Wang et al. 2005). Tomat *iaa9-3* merupakan tomat yang mengalami mutasi pada gen *IAA9* dan menghasilkan tingkat partenokarpi lebih tinggi daripada mutan-mutan *iaa9-4* dan *iaa9-5* (Mubarok et al., 2015). Mutan *iaa9-3* juga mampu menekan kegagalan *fruit set* akibat cekaman suhu tinggi yang disebabkan oleh gagalnya perkembangan serbuk sari dan rendahnya fertilitas polen sehingga mempengaruhi keberhasilan proses polinasi dan fertilisasi yang akan berdampak buruk terhadap hasil produksi tomat.

Pengetahuan tentang hormon etilen dan auksin sangatlah penting diketahui, khususnya untuk mengatahi sifat pertumbuhan tanaman dan dalam hal perkaitan varietas tanaman baru yang mempunyai karakter yang diinginkan. Mutan-mutan terkait yang dapat mengendalikan produksi hormone-hormon tersebut sudah banyak diteliti dan secara nyata memberikan potensi yang baik dalam perakitan varietas tomat komersial baru, baik itu galur murninya ataupun generasi F1-nya yang mempunyai karakter ketahanan simpan buah yang lebih lama (Mubarok et al., 2015).

Pemanfaatan Mutasi untuk Meningkatkan Kualitas Pascapanen Buah Tomat

Mutasi adalah perubahan yang terjadi pada bahan genetik, baik pada taraf urutan asam amino yang terbentuk (disebut mutasi titik) maupun pada taraf kromosom (Aristya et al., 2018). Mutasi pada gen dapat mengarah pada munculnya variasi-variasi baru pada spesies. Mutasi dibedakan menjadi mutasi kecil (mutasi gen) dan mutasi besar (mutasi kromosom). Mutasi kecil adalah perubahan yang terjadi pada susunan molekul gen (DNA), sedangkan mutasi besar adalah perubahan yang terjadi pada struktur dan susunan kromosom. Mutasi gen disebut juga mutasi titik. Mutasi ini terjadi karena perubahan urutan basa pada DNA atau dapat dikatakan sebagai perubahan nukleotida pada DNA. Kromosom memiliki dua lengan, yang panjangnya kadang sama dan kadang tidak sama, lengan-lengan itu bergabung pada sentromer (lokasi menempelnya benang spindel selama pembelahan mitosis dan meiosis). Pengaruh bahan mutagen, khususnya radiasi, yang paling banyak terjadi pada kromosom tanaman adalah pecahnya benang kromosom (*chromosome breakage* atau *chromosome aberration*) (Sutapa dan Kasmawan, 2016). Peluang kejadian mutasi tergolong kecil tetapi memiliki potensi yang besar karena sumber perubahan berbasis pada masing-masing lokus (Sellammal dan Maheswaran 2013).

Induksi mutasi berguna untuk mengubah suatu sifat atau karakter target tanpa mengubah latar belakang genetik tanaman. Induksi mutasi yang digunakan dalam perbaikan varietas tanaman efektif untuk meningkatkan keragaman sumber daya genetik (Gnanamurthy et al., 2012). Walaupun telah ditemukan dan telah tersedia beberapa galur mutan yang telah dikoleksi dan diteliti untuk dikaji secara berkesinambungan atau dimanfaatkan untuk memperbaiki umur ketahanan terhadap suhu tinggi serta memperbaiki kualitas tomat yang terbentuk secara alami maupun buatan, namun jumlah dan pemanfaatan galur mutan masih sangat terbatas.

Pemanfaatan dan jumlah galur mutan yang masih sangat terbatas menjadikan hal tersebut sebagai tugas dan tantangan bagi para peneliti untuk terus dikembangkan guna memenuhi permintaan pasar yang semakin meningkat.

Dalam pemanfaatannya, organisme yang mengalami mutasi atau mutan telah ditransformasi melalui gen sehingga dapat meningkatkan ketahanan buah terhadap suhu tinggi yang berkorelasi dengan adanya peningkatan umur simpan tanaman tomat serta memperbaiki kualitas tomat. Di antara mekanisme kerja gen mutan yang berperan untuk menghambat proses kematangan buah adalah penghambatan proses sintesis etilen, sehingga pada akhirnya dalam proses pematangan tidak terjadi peningkatan jumlah etilen.

Beberapa mutan tomat yang dihasilkan karena mutasi yang terjadi pada gen yang terlibat dalam biosintesis dan sinyal transduksi etilen adalah *rin*, *nor* dan *cnr* (Gao *et al.*, 2019). Pada mutan-mutan tersebut etilen tetap digunakan untuk diproduksi selama proses pematangan tetapi ekspresi pematangan buah mengalami penurunan dan tidak mengalami peningkatan walaupun diberi etilen eksogen. Hal ini mengindikasikan bahwa proses fisiologi tumbuhan terkait penghambatan untuk kematangan buah terjadi karena adanya reduksi sensitivitas etilen (Barry *et al.*, 2005). Selain mutan-mutan tersebut, *Sletr1-1* dan *Sletr1-2* merupakan dua mutan yang mengalami mutasi pada bagian transmembran gen reseptor etilen (*SLETR1*) yang memiliki peranan yang penting dalam menghambat kerja etilen dengan tingkat yang berbeda-beda. *Sletr1-1* memiliki karakter sama sekali tidak sensitif terhadap etilen sehingga tidak memunculkan ciri kematangan pada warna buah, sedangkan *Sletr1-2* memiliki karakter sensitif terhadap jumlah etilen yang lebih sedikit, sehingga masih mampu memunculkan ciri kematangan dengan memerahnya warna buah (Mubarok *et al.* 2015). Kedua mutan tersebut sangat efektif dalam memperbaiki kekerasan dan daya simpan buahnya tanpa memengaruhi ukuran buah, produksi etilen, tingkat respirasi, serta kandungan padatan terlarut. Meski demikian, kedua gen berdampak pada pengurangan warna sebagai salah satu bentuk dampak berkurangnya kandungan *lycopene* maupun beta karoten dengan tingkat pengurangan yang tidak begitu besar. Sehingga mutan tersebut dapat direkomendasikan sebagai organisme atau mutan yang berpotensi tinggi untuk ditingkatkan dalam kegiatan perakitan varietas tomat dengan ketahanan simpan buah yang baik (Mubarok *et al.* 2015).

Pemanfaatan Mutasi untuk Menghasilkan Buah Tanpa Biji

Auksin merupakan salah satu zat pengatur tumbuh (ZPT) yang salah satunya memiliki kemampuan untuk menghasilkan buah yang bersifat partenokarpik. Auksin pada umumnya berfungsi untuk meningkatkan kecepatan pemanjangan sel dan bobot basah, sehingga dapat meningkatkan daya serap air untuk memengaruhi proses fisiologis seperti perkembangan buah dan pembentukan biji. Jenis-jenis auksin yang sering digunakan untuk pembentukan buah partenokarpik adalah IAA dan 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). Serrani *et al.* (2007) menyatakan bahwa penggunaan 2,4-D dengan dosis tinggi mengakibatkan cacat pada tomat, sehingga para peneliti merekomendasikan jenis auksin yang lebih lemah aktivitasnya dari 2,4-D yaitu IAA.

Mutan *iaa9-3* merupakan salah satu mutan yang mengalami mutasi pada gen IAA9 dan mempunyai karakter buah tanpa biji tanpa dilakukannya polinasi. Gen *IAA9* merupakan bagian dari jenis auksin yang berperan sebagai penekan proses transkripsi melalui jalur persinyalan hormon auksin pada tanaman (Wang *et al.*, 2009). Peran utama dari jenis auksin ini adalah memiliki kemampuan untuk meregulasi buah tomat. Hal tersebut dikembangkan melalui teknologi *antisense* (*As-*Iaa9**) yang ditandai dengan adanya kelainan pada proses perkembangan termasuk karakteristik yang kuat pada partenokarpik (Wang *et al.*, 2005).

Mutasi pada gen *IAA9* menghasilkan empat mutan yaitu *Iaa9-1*, *Iaa9-2*, *Iaa9-3*, dan *Iaa9-4*. Penelitian yang dilakukan oleh Saito *et al.* (2011) menunjukkan bahwa panjang dan lebar buah yang telah berdiferensiasi secara signifikan lebih kecil pada mutan *Iaa9-3* dan *Iaa9-5*. Sehingga dapat diketahui bahwa mutan *Iaa9-4* merupakan mutan yang lebih lemah dibandingkan dengan dengan mutan *Iaa9-3* dan *Iaa9-5* dalam menghasilkan buah partenokarpik.

Perspektif Masa Depan dalam Pemanfaatan Buah Tomat Partenokarpik Tahan Simpan

Permasalahan lingkungan menjadi salah satu topik khusus yang berpengaruh langsung

terhadap penurunan produktivitas hasil pertanian yang salah satunya diakibatkan oleh pemanasan global. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka peranan teknologi pertanian harus menjadi perhatian khusus. Dengan dikembangkan tomat tahan simpan dan tomat partenokarpik akan menjadi salah satu solusi untuk menghambat penurunan produktivitas tomat pada kondisi lingkungan tercekam akibat adanya efek pemanasan global tersebut.

Penggabungan dua karakter tomat tahan simpan dan partenokarpik atau pembentukan tomat *double mutant* akan menjadi solusi yang tepat, karena akan menghasilkan satu individu tanaman yang mempunyai dua karakter yang diinginkan dalam satu tanaman. Dengan dibentuknya tomat ini yang mempunyai tingkat pembentukan buah yang tinggi pada kondisi suhu tinggi dan mempunyai ketahanan terhadap etilen pada kondisi lingkungan tercekam maka permasalahan dalam pertumbuhan dan pascapanen tomat diharapkan dapat teratasi dengan baik. Oleh sebab itu, maka pembentukan tomat *double mutant* diharapkan mampu berkontribusi dalam meningkatkan produktivitas dan mengurangi kerugian pascapanen tomat sehingga mampu menjadi solusi masa depan terhadap permasalahan produktivitas tomat.

Kesimpulan

Pendekatan hormonal tanaman melalui mutasi pada gen yang terlibat dalam biosintesis dan pensinyalan auksin dan etilen sangatlah penting dalam peningkatan produktivitas tomat. Tomat partenokarpi *iaa9-3* dan *Sletr1-2* merupakan dua tomat mutan yang masing-masing mengalami mutasi pada gen *IAA9* dan *SLETR1*, yang menghasilkan buah tanpa biji dan tahan simpan. Pemanfaatan tomat tersebut untuk pemuliaan tanaman memungkinkan untuk mengatasi permasalahan dalam produksi dan pascapanen tomat di Indonesia.

Daftar Pustaka

Aristya, G.Z., B.S. Daryono, N.S.N. Handayani, T. Arisuryanti. 2015. Karakterisasi Kromosom Tumbuhan dan Hewan. Gadjah Mada University Press.

- Badan Pusat Statistik. 2016. Statistik tanaman sayuran dan buah-buahan semusim. BPS RI. Jakarta.
- Barry, C.S., R.P. McQuinn, A.J. Thompson, G.B. Seymour, D. Grierson, J.J. Giovannoni. 2005. Ethylene insensitivity conferred by the green-ripe and never-ripe 2 ripening mutants of tomato. *Plant Physiology*, 138:267-275.
- Gao, Y., N. Zhu, X. Zhu, et al. 2019. Diversity and redundancy of the ripening regulatory networks revealed by the fruitENCODE and the new CRISPR/Cas9 CNR and NOR mutants. *Hortic Res.* 6(39): 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0122-x>
- Gnanamurthy, S., D. Dhanavel, A.L.A. Chidamaram. 2012. Frequency in germination studies of chlorophyll mutants in effectiveness and efficiency using chemical mutagens. *Int. J. Current Life Sci.*, 2:23-27.
- Marliah, A., M. Hayati, I. Muliansyah. 2012. Pemanfaatan pupuk cair organik terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas tomat (*Lycopersicum esculantum* Mill). *Jurnal Agrista*, 16 (3) : 122-128.
- Mazzucato, A., F. Cellini, M. Bouzayen, M. Zouine, I. Mila, S. Minoia, E. Petrozza, M.E. Picarella, F. Ruiu, F. Carrier. 2015. A TILLING allele of the tomato Aux/IAA9 gene offers new insights into fruit set mechanisms and perspectives for breeding seedless tomatoes. *Mol. Breeding*, 35:22.
- Mubarok, S., Y. Okabe, N. Fukuda, T. Ariizumi, T., H. Ezura. 2015. Potential use of a weak ethylene receptor mutant, *Sletr1-2*, as breeding material to extend fruit shelf life of tomato. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(36).
- Mubarok, S., Kusumiyati, H.M.A. Qonit. 2017. Identifikasi dan karakterisasi 11 kultivar tanaman tomat sebagai sumber genetik untuk persilangan. *Agrin* 21(1).
- Mubarok, S., H. Ezura, M.A.H. Qonit, E. Prayudha, Anas, N. Suwali, Kusumiyati, D. Kurnia. 2019. Alteration of nutritional and antioxidant level of ethylene receptor tomato mutants, *Sletr1-1* and *Sletr1-2*. *Scientia Horticulturae*, 256 (15): 108546
- Nazar, R., M.I.R. Khan, N. Iqbal, A. Masood, and N.A. Khan. 2014. Involvement of ethylene in reversal of salt-inhibited photosynthesis by sulfur in mustard. *Physiol. Plant.* 152: 331-344. doi: 10.1111/ppl.12173.

- Okabe, Y., E. Asamizu, T. Saito, C. Matsukura T. Ariizumi, C. Bres, C. Rothan, T. Mizaguchi, H. Ezura. 2011. Tomato TILLING Technology: Development of a reverse genetic tool for the efficient isolation of mutants from Micro-Tom mutant libraries. *Plant Cell Physiology*, 52, 1994–2005.
- Pandolfini, T. 2009. Seedless fruit production by hormonal regulation of fruit set. *Nutrients*. 1(2):168-177.
- Purnamaningsih, R. 2016. Introduksi gen defh9-iaam dan defh9-ri-iaam ke dalam genom tanaman tomat menggunakan vektor agrobacterium tumefaciens. *Jurnal AgroBiogen*. 6(1): 18-25.
- Ruan, Y.L., J.W. Patrick, M. Bouzayen, S. Osorio, Fernie, A.R. 2012. Molecular regulation of seed and fruit set. *Trends Plant Science*. 17:656–665.
- Saito, T., T. Ariizumi, Y. Okabe, E. Asamizu, K. Hiwasa-Tanase, Fukuda, H. Ezura. 2011. TOMATOMA: a novel tomato mutant database distributing Micro-Tom mutant collections. *Plant and cell physiology*, 52(2), 283-296.
- Sellammal, R., and M. Maheswaran. 2013. Mutagenic effectiveness and efficiency based on chlorophyll mutations in M2 generations of Rathu Heenati and PTB33. *Res. J. Agric. Sci.* 4: 428-430.
- Serrani, J.C., M. Fos, A. Atter's, M.J.L. Garcí. 2007. Effect of gibberellin and auxin on parthenocarpic fruit growth induction in the cv microtom of tomato. *Journal of Plant Growth Regulators*. 26: 211-221.
- Sinha, R.K. 2004. Modern plant physiology. Boca Raton: CRC Press. 462-477.
- Sinha, S., P.H.R. Gowda, S. Kumar, and N.M. Mallikarjuna. 2014. Shelf Life evaluation in selected tomato (*Solanum Lycopersicum* L) F7 Recombinant Inbred Lines (RILs). *Austin Journal of Biotechnology & Bioengineering*, 1(3) : 13-16.
- Sutapa, G.N., dan I.G.A. Kasmawan. 2016. Efek induksi mutasi radiasi gamma 60co pada pertumbuhan fisiologis tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* l.). *J. Kes. Rad & Ling*. 1(2):5-11.
- Wang, H., B. Jones, Z. Li, P. Frasse, C. Delalande, F. Regad, S. Chaabouni, A. Latche, J-C. Pech, and M. Bouzayen. 2005. The tomato Aux/IAA transcription factor IAA9 is involved in fruit development and leaf morphogenesis. *Plant Cell* 17:2676-2692
- Wang, H., N. Schauer, B. Usadel, P. Frasse, M. Zouine, and Hernould. 2009. Regulatory features underlying pollination-dependent and independent tomato fruit set revealed by transcript and primary metabolite profiling. *Plant Cell* 21: 1428 – 1452.
- Wasowati., C. 2011. Meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) dengan sistem budidaya hidroponik. *Agrovigor volume 4*. Pp 21-28.

Julianto, R.P.D. · E. Indawan · S. Paramita

Perbedaan karakter hasil tiga varietas ubi jalar berdasarkan waktu panen

Sari Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L. (Lam)) merupakan jenis tanaman pangan yang mempunyai kandungan utama karbohidrat, selain itu juga mempunyai kandungan lain yang cukup tinggi seperti kalium, kalsium, protein, vitamin A, dan vitamin C. Masalah utama dalam pengembangan ubi jalar adalah rendahnya hasil dan kualitas hasil yang disebabkan oleh waktu panen yang tidak tepat. Pemanenan yang dilakukan secara tidak tepat akan menurunkan kuantitas dan kualitas hasil. Perbedaan waktu panen juga disebabkan perbedaan varietas tanaman. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui waktu panen yang optimal dari masing-masing varietas ubi jalar agar mendapatkan produksi hasil yang optimal. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret – September 2019. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Perbedaan varietas sebagai faktor pertama terdiri dari 3 taraf meliputi : kuningan putih, beta-2, dan kuningan merah, sedangkan faktor kedua yaitu waktu panen terdiri dari 3 taraf meliputi : 90, 120, dan 150 hari setelah tanam. Semua kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Parameter pengamatan meliputi: jumlah ubi, bobot segar ubi, bobot segar brangkas, bobot kering ubi, bobot kering brangkas, persentase bobot kering ubi, persentase bobot kering brangkas, bobot kering biomassa, dan indeks panen. Hasil penelitian menunjukkan waktu panen terbaik untuk varietas kuningan putih, beta-2, dan kuningan merah yaitu pada 150 hst. Hasil analisis korelasi yang menunjukkan hubungan korelasi positif dan sangat nyata dengan parameter hasil adalah jumlah ubi, bobot segar ubi, bobot kering ubi, dan bobot kering biomassa.

Kata kunci: Ubi jalar · Waktu panen · Varietas

Yield character differences of three sweet potatoes varieties based on harvest time

Abstract. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L. (Lam)) is a food crop which has the main content of carbohydrates, besides it has other nutrients such as potassium, calcium, protein, vitamin A, and vitamin C. The main problem in development sweet potato are low yield because of incorrect harvest time. Incorrectly harvesting reduce the quantity and quality of yield. The difference harvest time is caused by differences in plant varieties. The research aimed to determine the optimal harvest time of each sweet potato variety to get optimal yield. The research was conducted in March - September 2019. The experimental design used a factorial randomized block design. The difference varieties as the first factor consisted of 3 levels: kuningan putih, beta-2, and kuningan merah, and harvest time as the second factor consisted of 3 levels: 90 , 120, and 150 days after planting. All treatment combinations were replicated 3 times. Observation parameters include: tuber number, tuber fresh weight, shoot fresh weight, tuber dry weight, shoot dry weight, tuber dry matter percentage, shoot dry matter percentage, biomass dry mater, and harvest index. The results showed that the best harvest time for all varieties was 150 dap. Results of correlation analysis showed positive correlation between yield with the number of tubers, fresh weight of tubers, dry weight of tubers, and dry weight of biomass.

Keywords : Sweet potato · Harvest time · Varieties

Diterima : 14 September 2020, Disetujui : 21 Desember 2020, Dipublikasikan : 31 Desember 2020
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.29440>

Julianto, R.P.D. · E. Indawan · S. Paramita

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tunggadewi

Korespondensi: reza.prakoso@unitri.ac.id

Pendahuluan

Tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L. (Lam)) merupakan jenis tanaman pangan yang banyak dibudidayakan di daerah tropis dan sub-tropis (Pushpalatha *et al.*, 2017; Uwah *et al.*, 2013). Ubi jalar mempunyai kandungan utama berupa karbohidrat, selain itu ubi jalar juga mempunyai kandungan lain yang cukup tinggi meliputi 562 g kalium, 107 mg kalsium, 2,8 g protein, 5,565 SI vitamin A dan 32 mg vitamin C dalam tiap 100 gram ubi jalar segar (Ngailo *et al.*, 2016). Produksi ubi jalar tahun 2017 mencapai 183,63 ton, dan terjadi penurunan produksi pada tahun 2018 mencapai 3,88% dengan nilai produksinya hanya sebesar 180,21 ton. Prediksi konsumsi ubi jalar di Indonesia tahun 2016-2020 akan mengalami peningkatan rata-rata sebesar 4,88%, sedangkan ketersediaan ubi jalar hanya mengalami peningkatan sebesar 1,60%. Berdasarkan hal tersebut, masih terjadi kekurangan dalam pemenuhan kebutuhan ubi jalar sebesar 3,20% (Suryani, 2016). Produktivitas ubi jalar di Indonesia tergolong rendah yaitu hanya sebesar 13,51 ton/ha dan lebih rendah dibandingkan negara produsen ubi jalar lainnya di Asia seperti China, China Daratan, dan Nigeria yang mencapai produktivitasnya sebesar 20,19 – 21,16 ton/ha (Suryani, 2016).

Rendahnya produktivitas ubi jalar disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya varietas dan waktu panen. Menurut Saleh *et al.* (2008), rendahnya produktivitas ubi jalar disebabkan oleh kurangnya varietas unggul yang beredar di masyarakat sehingga menyebakan petani hanya menggunakan varietas lokal yang memiliki produktivitas rendah dan tidak tahan terhadap perubahan iklim serta hama penyakit. Faktor lain yang menyebabkan rendahnya produktivitas ubi jalar yaitu kesalahan dalam kegiatan pemangkasan dan pemanenan (Edyson *et al.*, 2019; Widodo dan Rahayuningsih, 2009). ubi

Varietas ubi jalar yang dikatakan unggul dan sudah teridentifikasi baru ada sekitar 142 jenis. Varietas dikatakan unggul jika memenuhi kriteria seperti: berdaya hasil tinggi diatas 30 ton/ha, berumur pendek 3-4 bulan, ubi mempunyai rasa enak dan manis, tahan terhadap hama penggerek ubi dan penyakit kudis, kadar karoten tinggi di atas 10 mg/100 g, dan mempunyai serat ubi yang relatif rendah (Yufdy *et al.*, 2006). Pemanenan ubi jalar perlu

dilakukan tepat waktu karena akan berpengaruh terhadap kandungan nutrisi pada ubi jalar. Menurut Lestari *et al.* (2019), waktu panen terbaik pada ubi jalar yaitu 150 hari setelah tanam (hst) yang memberikan kondisi kadar protein kasarnya relatif meningkat sebesar 12,48-19,45%.

Waktu panen setiap varietas ubi jalar berbeda-beda, jika pemanenan dilakukan melewati waktu panen optimal akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas ubi, sedangkan jika pemanenan dilakukan lebih cepat akan mengakibatkan ubi mempunyai kadar air yang tinggi serta rasanya kurang enak. Varietas yang digunakan dalam penelitian ini adalah varietas kuningan putih, beta-2 dan kuningan merah. Ketiga varietas dipilih disebabkan paling banyak ditanam oleh petani, serta mempunyai potensi hasil yang cukup besar, berkisar antara 30-35 ton/ha. Varietas yang digunakan tersebut mempunyai daging ubi berwarna orange yang dapat diindikasikan sebagai adanya kandungan betakaroten. Ubijalar yang ubinya kaya betakaroten, daging ubinya berwarna orange, banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan sumber vitamin A (van Jaarsveld *et al.* 2005; Giuliano 2017). Penelitian juga menggunakan analisis korelasi untuk melihat keeratan hubungan antara parameter hasil dengan parameter agronomis lainnya, sehingga dapat ditentukan parameter yang berpengaruh erat terhadap hasil ubi jalar. Oleh karena itu, penelitian tentang pengaruh perbedaan waktu panen pada beberapa varietas ubi jalar perlu dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui waktu panen optimal dari masing-masing varietas ubi jalar agar mendapatkan produksi hasil yang optimal, serta untuk mengetahui parameter yang mempunyai hubungan erat dengan parameter hasil sehingga dapat digunakan sebagai parameter seleksi secara tidak langsung.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di lahan percobaan Universitas Brawijaya yang berlokasi di Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang pada bulan Maret - September 2019, Lokasi penelitian berada pada ketinggian ±350 m dpl. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF), dengan menggunakan

varietas sebagai faktor pertama terdiri dari 3 taraf meliputi : varietas kuningan putih (V_1), varietas beta-2 (V_2), dan varietas kuningan merah (V_3), sedangkan faktor kedua yaitu waktu panen terdiri dari 3 taraf antara lain : 90 hst (P_1), 120 hst (P_2), dan 150 hst (P_3). Kombinasi perlakuan yang terbentuk ada 9 buah, semua kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga total plot sebanyak 27 plot.

Petak percobaan yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai ukuran sebesar 4m x 4m yang terdiri dari 4 gulud dengan ukuran masing-masing sebesar 4m x 1m. Penanaman dilakukan dengan menggunakan stek yang mempunyai ukuran panjang 25 cm dengan jarak tanam dalam baris 25 cm, sehingga dalam 1 gulud terdapat stek tanaman sebanyak 16 stek. Parameter yang diamati meliputi jumlah ubi (ubi/tanaman), bobot segar (BS) ubi (kg/tanaman), bobot segar (BS) brangkasan (kg/tanaman), bobot kering (BK) ubi (kg/tanaman), bobot kering (BK) brangkasan (kg/tanaman), % bobot kering (BK) ubi, % bobot kering (BK) brangkasan, bobot kering (BK) biomassa (kg/tanaman), dan indeks panen (%). Perhitungan indeks panen menggunakan rumus berikut :

$$\text{Indeks panen} = \frac{\text{bobot kering ubi}}{\text{bobot kering biomassa}} \times 100\%$$

Data yang diperoleh dilakukan analisis sidik ragam (uji F) pada taraf nyata 5% dan jika terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf nyata 5%. Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui keeratan hubungan antar parameter pengamatan dengan menggunakan aplikasi SPSS 2.0.

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis sidik ragam (uji F) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antar kombinasi perlakuan pada beberapa parameter, antara lain jumlah ubi (ubi/tanaman), BS ubi (kg/tanaman), BS brangkasan (kg/tanaman), BK ubi (kg/tanaman), BK brangkasan (kg/tanaman) dan % BK Umbi, sedangkan parameter % BK brangkasan, BK Biomassa (kg), dan Indeks Panen (%) menunjukkan antar kombinasi perlakuan terdapat perbedaan yang nyata. Perlakuan perbedaan varietas yang

menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan analisis sidik ragam antara lain parameter BS ubi, BS brangkasan, BK ubi, BK brangkasan, % BK ubi, BK biomassa, dan indeks panen, sedangkan perlakuan perbedaan waktu panen yang menunjukkan adanya perbedaan nyata antara lain parameter jumlah ubi, BS ubi, BK ubi, BK biomassa, dan Indeks panen (Tabel 1 dan 2).

Kombinasi perlakuan antara varietas kuningan merah dan waktu panen 150 hst menunjukkan rata-rata tertinggi pada sebagian besar parameter pengamatan meskipun perbedaan yang ada tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan meliputi jumlah ubi, BS ubi, BS brangkasan, BK ubi, dan BK brangkasan (Tabel 1), tetapi pada parameter % BK ubi perlakuan tersebut menunjukkan rata-rata terendah dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 2). Pemanenan dari ketiga varietas ubi jalar yang dilakukan pada waktu 120 hst dan 150 hst menunjukkan rata-rata jumlah ubi tertinggi dibandingkan dengan tanaman yang dipanen waktu 90 hst, hal ini disebabkan pada saat waktu 120 hst dan 150 hst terjadi proses fotosintesis secara maksimum. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Saleh *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa tanaman pada umur 4-5 bst (bulan setelah tanam) atau 120-150 hst memasuki periode fotosintesis secara maksimum dimana sebagian besar fotosintat akan digunakan untuk perkembangan ubi dan daun. Bobot segar ubi dari ketiga varietas yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan nilai rata-rata yang lebih rendah dibandingkan dengan deskripsi varietas, yaitu sebesar 3 kg/tanaman, sedangkan hasil dari penelitian ini menunjukkan rata-rata bobot ubinya hanya sebesar 0,42 kg/tanaman. Hal ini diduga disebabkan adanya pertumbuhan vegetatif (brangkasan) yang lebih dominan menyebabkan asimilat yang terbentuk lebih tinggi. Asimilat dalam jumlah yang tinggi akan mengakibatkan jumlah ubi meningkat tetapi menurunkan bobot ubi. Hapsari *et al.* (2011) menyebutkan bahwa banyaknya brangkasan akan menurunkan produksi ubi hal tersebut terjadi karena adanya kompetisi dalam perebutan unsur hara antara bagian atas dengan bagian bawah (ubi). Hasil yang sama dinyatakan oleh Putra dan Permandi (2011), bahwa meningkatnya jumlah brangkasan akan menyebabkan bobot ubi yang diperoleh akan menurun. Edyson *et al.* (2019) menambahkan bahwa potensi hasil ubi dan

brangkasan segar masih belum tercapai, hanya berkisar antara 8-23 t ubi dan 5-24 t brangkasan pada umur panen 3,5 bulan setelah tanam. Ketidak tercapaian hasil ubi dan brangkasan diakibatkan oleh adanya beberapa faktor pembatas C-organik, N-total dan P-tersedia yang sangat rendah.

Varietas kuningan merah mempunyai nilai BS ubi, BS brangkasan, dan BK brangkasan yang lebih tinggi dibandingkan kedua varietas lainnya meskipun perbedaan dengan varietas kuningan putih tidak berbeda nyata. Bobot kering ubi, % BK ubi, BK biomassa, dan indeks panen tertinggi diperoleh varietas kuningan putih (Tabel 1 dan 2). Perbedaan yang nyata antara ketiga varietas tampaknya disebabkan genetik ketiga varietas tersebut berbeda. Perbedaan genetik akan menyebabkan perbedaan fenotipe (visual) tanaman. Wahyuni dan Wargiono (2012) bahwa keragaman morfologi bagian-bagian dari tanaman ubi jalar yang bervariasi tergantung pada jenis klon/varietas. dan ditambahkan oleh Wawo *et al.*

(2019) bahwa bobot ubi jalar sangat dipengaruhi oleh jenis varietas yang dikembangkan. Varietas kuningan merah meskipun mempunyai rata-rata tertinggi pada sebagian besar parameter pengamatan, tetapi pada parameter pengamatan % BK ubi dan % BK brangkasan menunjukkan rata-rata terendah. Parameter % BK ubi dan % BK brangkasan digunakan sebagai indikator kandungan bahan kering. Kandungan bahan kering digunakan sebagai indikator dalam penentuan kualitas ubi jalar. Rasa manis dan punel pada ubi jalar ketika direbus dapat digunakan sebagai indikator kadar bahan kering. Rata-rata kandungan bahan kering yang tersedia pada ubi jalar saat ini berkisar antara 20 - 30% yang tergolong relatif masih rendah (Oliveira *et al.*, 2017).

Pemanenan ubi jalar pada waktu 150 hst dari ketiga varietas yang digunakan menunjukkan rata-rata tertinggi pada seluruh parameter pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa pemanenan optimal dari ketiga jenis varietas ubi

Tabel 1. Rata-rata jumlah ubi, bobot segar ubi, bobot segar brangkasan, bobot kering ubi, dan bobot kering brangksan akibat perbedaan waktu panen.

Varietas	Waktu Panen			Rata-rata
	90 hst (P ₁)	120 hst (P ₂)	150 hst (P ₃)	
Jumlah Umbi (ubi/tanaman)				
Kuningan putih (V ₁)	3,00	3,33	3,33	3,22
Beta-2 (V ₂)	1,67	3,00	3,33	2,67
Kuningan merah (V ₃)	2,33	4,00	4,00	3,44
Rata-Rata	2,33 a	3,44 ab	3,56 b	
BS Umbi (kg/tanaman)				
Kuningan putih (V ₁)	0,24	0,43	0,70	0,46 b
Beta-2 (V ₂)	0,07	0,25	0,53	0,28 a
Kuningan merah (V ₃)	0,27	0,54	0,79	0,54 b
Rata-Rata	0,19 a	0,41 b	0,67 c	
BS Brangkasan (kg/tanaman)				
Kuningan putih (V ₁)	0,57	0,36	0,35	0,43 b
Beta-2 (V ₂)	0,26	0,25	0,19	0,23 a
Kuningan merah (V ₃)	0,40	0,38	0,58	0,45 b
Rata-Rata	0,41	0,33	0,37	
BK Umbi (kg/tanaman)				
Kuningan putih (V ₁)	0,07	0,15	0,22	0,15 b
Beta-2 (V ₂)	0,02	0,07	0,16	0,08 a
Kuningan merah (V ₃)	0,06	0,12	0,16	0,12 a
Rata-rata	0,05 a	0,11 ab	0,18 b	
BK Brangkasan (kg/tanaman)				
Kuningan putih (V ₁)	0,07	0,05	0,05	0,06 b
Beta-2 (V ₂)	0,03	0,04	0,03	0,03 a
Kuningan merah (V ₃)	0,07	0,06	0,07	0,06 b
Rata-rata	0,06	0,05	0,05	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf nyata 5%, tn = tidak berbeda nyata, BS = bobot segar, BK = bobot kering.

jalar tersebut adalah pada waktu 150 hst. Menurut Rahayuningsih *et al.* (2012), pemanenan yang dilakukan pada waktu panen yang tepat akan menghasilkan produktivitas ubi yang tinggi. Selain waktu pemanenan yang mempengaruhi terhadap produktivitas tanaman, kondisi lingkungan juga berperan penting dalam peningkatan produktivitas terutama terkait kandungan unsur hara yang tersedia meliputi unsur hara makroesensial (Nitrogen, Phosphor, dan Kalium) serta bahan organik tanah (Edyson *et al.*, 2019; Edyson *et al.*, 2018).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah ubi dan bobot segar ubi akan berbanding terbalik dengan % BK ubi dan % BK berangkasan yang digunakan sebagai indikator bahan kering. Klon atau varietas dengan hasil tinggi akan cenderung menghasilkan bobot bahan kering yang rendah (Tamtomo *et al.* 2015). Hal tersebut diduga akibat perbedaan varietas yang mempengaruhi komponen ubi. Varietas dengan bobot ubi tinggi diakibatkan adanya kandungan air yang terdapat dalam ubi, selain itu setiap varietas memiliki kelebihan dalam tujuan

penggunaannya, kadar bahan kering ubi tidak memiliki hubungan dengan karakter morfologi suatu tanaman tetapi berhubungan dengan kadar pati. Suatu varietas yang memiliki bahan kering ubi tinggi akan memiliki rendemen pati yang tinggi sehingga lebih cocok digunakan dalam industri pati (Minantyorin dan Andarini, 2016). Penggunaan ubi dalam tujuan pemanfaatan pati pada varietas Kuningan Putih lebih disarankan dalam pemanenan 120 hst. Hal tersebut didasarkan bahwa pada waktu panen 150 hst kadar bahan kering mengalami penurunan. Rahayuningsih *et al.* (2012) menyatakan jika telah mencapai titik maksimum maka kandungan bahan kering pada ubi jalar akan mengalami penurunan.

Parameter indeks panen dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan antara varietas beta-2 dengan waktu panen 150 hst (V2P3) menunjukkan rata-rata tertinggi tetapi tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan antara varietas kuningan putih dengan waktu panen 150 hst (V1P3). Varietas kuningan merah dan varietas kuningan putih menunjukkan nilai rata-rata

Tabel 2. Rata-rata prosentase bobot kering ubi, prosentase bobot kering brangkasan, bobot kering biomassa, dan indeks panen akibat perbedaan waktu panen.

Varietas	Waktu Panen			Rata-rata
	90 hst (P ₁)	120 hst (P ₂)	150 hst (P ₃)	
Prosentase BK Umbi (%)				
Kuningan putih (V ₁)	29,89	33,67	30,83	31,46 b
Beta-2 (V ₂)	23,65	26,50	29,51	26,55 ab
Kuningan merah (V ₃)	21,27	22,93	20,86	21,69 a
Rata-Rata	24,94	27,70	27,07	
Prosentase BK Berangkasan (%)				
Kuningan putih (V ₁)	12,64 ab	14,31 bcd	13,21 abc	13,38
Beta-2 (V ₂)	12,53 ab	16,02 cd	15,69 cd	14,75
Kuningan merah (V ₃)	16,34 d	15,58 cd	11,36 a	14,43
Rata-Rata	13,84	15,30	13,42	
BK Biomassa (kg)				
Kuningan putih (V ₁)	0,14 bcd	0,20 cde	0,27 e	0,20 b
Beta-2 (V ₂)	0,05 a	0,11 ab	0,19 cde	0,12 a
Kuningan merah (V ₃)	0,12 abc	0,18 cde	0,23 de	0,18 ab
Rata-Rata	0,10 a	0,16 ab	0,23 b	
Indeks Panen (%)				
Kuningan putih (V ₁)	0,52 b	0,74 de	0,82 ef	0,69 b
Beta-2 (V ₂)	0,33 a	0,61 c	0,83 f	0,59 a
Kuningan merah (V ₃)	0,47 b	0,68 cd	0,72 d	0,62 ab
Rata-rata	0,44 a	0,68 b	0,79 c	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf nyata 5%, tn = tidak berbeda nyata

Tabel 3. Koefisien korelasi antar karakter agronomi.

Karakter Agronomi	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
X1	1								
X2	0,840**	1							
X3	0,345	0,282	1						
X4	0,725*	0,906**	0,061	1					
X5	0,149	0,038	0,067	0,215	1				
X6	0,102	0,031	-0,219	0,415	0,542	1			
X7	-0,040	-0,211	-0,562	-0,124	0,015	0,004	1		
X8	0,791**	0,936**	0,273	0,974**	0,221	0,337	-0,183	1	
X9	0,804**	0,840**	-0,072	0,937**	0,228	0,457	0,098	0,893**	1

Keterangan : X1 : Jumlah Umbi; X2 : Bobot Segar Umbi; X3 : Bobot Segar Brangkasan; X4 : BK Umbi; X5 : BK Brangkasan; X6 : % BK Umbi; X7 : % BK Brangkasan; X8 : BK Biomassa; X10 : Indeks Panen.

indeks panen tertinggi yaitu sebesar 62% dan 69% dan berbeda dengan varietas beta 2 yang memiliki nilai indeks panen sebesar 59%. Indeks panen digunakan sebagai indikator tanaman dalam mengkonversikan hasil fotosintesis menjadi produk yang bernilai ekonomi, yaitu ubi, atau menggambarkan distribusi asimilat antara ubi dan bagian tanaman lainnya. Zuraida (2010) menyatakan bahwa indeks panen ditentukan antara rasio hasil (ubi) dan rasio daun dan sulur tanaman. Indeks panen dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan produktivitas tanaman (Putri *et al.*, 2013). Semakin tinggi indeks panen akan meningkatkan bobot ubi tanaman dan potensi hasil (Suminarti dan Susanto, 2015).

Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan keeratan antar parameter pengamatan (Tabel 3). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah ubi berkorelasi positif dan sangat nyata dengan bobot segar ubi, BK biomassa, dan indeks panen.

Parameter pengamatan bobot kering ubi mempunyai hubungan korelasi positif sangat nyata dan nyata dengan bobot segar ubi dan jumlah ubi. Parameter jumlah ubi, bobot segar ubi, dan berat kering ubi berkorelasi positif dan sangat nyata terhadap parameter berat kering biomassa. Parameter indeks panen mempunyai hubungan positif dan sangat nyata dengan parameter jumlah ubi, bobot segar ubi, bobot kering ubi dan bobot kering biomassa.

Hubungan korelasi positif dan sangat nyata menunjukkan bahwa karakter indeks panen akan meningkat jika jumlah ubi, bobot segar ubi, berat kering ubi dan berat kering biomassa meningkat. Sesuai dengan hasil penelitian dari Tsegaye *et al.* (2006) dan Egbe *et al.* (2012) yang menyatakan hasil ubi mempunyai hubungan korelasi positif dan nyata dengan bobot ubi per tanaman, indeks

panen, dan diameter ubi. Parameter pengamatan jumlah ubi, BS ubi, BS brangkasan, dan BK ubi berkorelasi negatif dan nyata dengan parameter % BK brangkasan. Jika nilai % BK brangkasan meningkat maka akan menyebabkan terjadinya penurunan pada jumlah ubi, bobot segar ubi, bobot segar brangkasan, dan berat kering ubi.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan waktu panen terbaik untuk varietas kuningan putih, beta-2, dan kuningan merah yaitu pada 150 hst, sedangkan berdasarkan hasil analisis korelasi yang menunjukkan hubungan korelasi positif dan sangat nyata dengan parameter hasil yaitu jumlah ubi, bobot segar ubi, bobot kering ubi, dan bobot kering biomassa.

Daftar Pustaka

- Edyson, I., S. U. Lestari, dan N. Thiasari. 2018. Sweet potato response to biochar application on Sub-optimal dry land. *Journal of Degraded and Mining Land Management*, 5(2), 1127-1133.
- Edyson, I., S. U. Lestari, dan N. Thiasari. 2019. Pemberian Biocar Jengkok Tembakau untuk Meningkatkan Hasil Ubijalar pada Lahan Kering Sub-optimal. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 8(1), 47-56.
- Egbe, O. M., S. O. Afuape, and J. A. Idoko. 2012. Performance of Improved Sweet Potato (*Ipomea batatas* L.) Varieties in Makurdi, Southern Guinea Savanna of Nigeria. *American Journal of Experimental Agriculture*, 2(4), 573-586.
- Giuliano, G. 2017. Provitamin a biofortification of

- crop plants: a gold rush with many miners. *Current opinion in biotechnology* 44, 169-180.
- Hapsari, R., I. M. J. Mejaya, dan A. Sulistyo. 2011. Uji Toleransi Beberapa Klon Ubijalar Terhadap Kekeringan Berdasarkan Karakter Agronomik Tanaman. *Pros. sem. hasil penelitian tanaman aneka kacang dan umbi*, 685-694.
- Lestari, S. U., Edyson, I., N. Tiahasari, dan P. Sasongko. 2019. Dampak Pemangkasan Terhadap Hasil Umbi, Brangkas dan Kualitas Hijauan Ubi Jalar. *Pros. UGM*, 41-47.
- Minantyorin, dan Y. N. Andarini. 2016. Keterkaitan karakteristik morfologi tanaman ubi jalar dengan kadar gula dan kadar bahan kering umbi. *Prosiding seminar hasil penelitian tanaman aneka kacang dan umbi*, 588-596.
- Ngailo, S., Shimelis, H., Sibya, J., Amelework, B., and Mtunda, K. 2016. Genetic diversity assessment of Tanzanian sweetpotato genotypes using simple sequence repeat markers. *South African J. of Botany*, 102, 40-45.
- Oliveira, A. M., Blank, A. F., Alves, R. P., Arrigoni-Blank, M. F., Maluf, W. R., and Fernandes, R. P. 2017. Performance of sweet potato clones for bioethanol production in different cultivation periods. *Horticultura Brasileira*, 35(1), 57-62.
- Pushpalatha, M., Vaidya, P., and Adsul, P. 2017. Effect of graded levels of nitrogen and potassium on yield and quality of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Journal Curr Microbiol App. Sci.*, 6(5), 1689-1696.
- Putra, S., dan K. Permandi. 2011. Pengaruh pupuk kalium terhadap peningkatan hasil ubi jalar varietas narutokintoki di lahan sawah. *Jurnal Agrin*, 15(2), 133-142.
- Putri, D., Sunyoto, E., Yuliadi, dan S. D. Utomo. 2013. Keragaman Karakter Agronomi Klon-Klon F1 Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Keturunan Tetua Betina UJ-3, CMM 25-27, dan Mentik Urang. *J. Agrotek Tropika*, 1(1), 1-7.
- Rahayuningsih, S. A., M. Jusuf, dan T.S. Wahyuni. 2012. Perkembangan Umbi dan pembentukan Pati Klon-Klon Harapan Ubijalar Kaya β-Karotin dan Antosianin Pada berbagai Umur Panen. *Prosiding seminar hasil penelitian tanaman aneka kacang dan umbi*, 580-589.
- Saleh, N., S. A. Rahayuningsih, dan Y. Widodo. 2008. Profil dan Peluang Pengembangan Ubi Jalar Untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Agroindustri. *Buletin Palawija*, 15.
- Suminarti, N., dan Susanto. 2015. Pengaruh Macam dan Waktu Aplikasi Bahan Organik Matter Pada Tanaman Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) Var. Kawi. *Jurnal Agro*, 2(1), 15-28.
- Suryani, R. 2016. Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan. *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian 2016* (Nomor ISSN: 1907 - 1507). Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian.
- Tamtomo, F., S. Rahayu, dan A. Suyanto. 2015. Pengaruh aplikasi kompos jerami dan abu sekam padi terhadap produksi dan kadar pati ubi jalar. *Jurnal Agrosains*, 12(2), 1-7.
- Thiasari, N., Edyson, I., S.U. Lestari, and P. Sasongko. 2020. Effect of biochar application to soil on nutrient composition and yield of vines from different sweet potato cultivars. *IOP Conference series: Earth Environmental Science*.
- Tsegaye, E., E. V. D. Sastry, and N. Dechassa. 2006. Correlation and Path Analysis in Sweet Potato and Their Implications for Clonal Selectin. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 5(3), 391-395.
- Uwah, D., Undie UL, John NM, and Ukoha GO. 2013. Growth and yield response of improved sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) varieties to different rates of potassium fertilizer in Calabar, Nigeria. *Journal of agricultural Science*, 5(7), 61-69.
- Van Jaarsveld PJ., Harmse E., Nestel P., Rodriguez-Amaya DB. 2006. Retention of β-carotene in boiled, mashed orange-fleshed sweet potato. *Journal of Food Composition and Analysis* 19(4), 321-329
- Wahyuni, S., dan J. Wargiono. 2012. Inovasi teknologi dan prospek pengembangan ubi jalar. In *Outlook Pusat penelitian dan pengembangan tanaman pangan*.
- Wawo, A., P. Lestari, dan N. Setyowati. 2019. Respon pertumbuhan dan produksi empat kultivar ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.Poir) dataran tinggi papua terhadap pemangkasan pucuk. *Jurnal Biota*, 4(3), 94-103.
- Widodo, Y., dan St.A. Rahayuningsih. 2009. Teknologi Budidaya Praktis Ubi Jalar Mendukung Ketahanan Pangan Dan Usaha Agroindustri. *Buletin Palawija*, 17, 21-32.
- Yufdy, M., Jamil, A., Rumolo, D., Ebawati, Vivi, dan Delima. 2006. *Komoditi Unggulan Kawasan Agropolitan kabupaten Karo*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara.
- Zuraida, N. 2010. Karakterisasi Beberapa Sifat Kualitatif dan Kuantitatif Plasma Nutfah Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.). *Buletin Plasma Nutfah*, 16(1), 49-56.

Murgayanti · F.N. Ramadhanti · Sumadi

Peningkatan pertumbuhan tunas kunyit putih pada perbanyakan *in vitro* melalui aplikasi berbagai jenis dan konsentrasi sitokinin

Sari Kunyit putih (*Kaempferia rotunda* L.) merupakan tanaman obat yang bermanfaat dan perlu dibudidayakan lebih luas, namun terkendala oleh penyediaan bibit bermutu yang terbatas sehingga menjadi langka. Perbanyakan tanaman dengan cara konvensional memerlukan bibit bermutu dalam jumlah dan waktu yang lama, sedangkan ketersediaan benih masih terbatas. Perbanyakan secara *in vitro* dapat mengatasi kelangkaan bibit kunyit putih yang bermutu tinggi dalam jumlah besar dan bebas patogen. Ketersediaan bibit unggul yang dihasilkan secara *in vitro* bergantung pada jenis dan konsentrasi sitokinin yang ditambahkan pada media kultur. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan jenis dan konsentrasi sitokinin yang paling baik pengaruhnya terhadap pertumbuhan tunas kunyit putih secara *in vitro*. Percobaan dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran yang berlangsung pada bulan Agustus 2019 – April 2020. Bahan tanam berasal dari tunas rimpang yang berukuran $\pm 0,5$ – 1,0 cm. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap 10 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Media yang digunakan adalah Murashige and Skoog dengan 10 perlakuan yang diuji yaitu tanpa penambahan sitokinin, penambahan jenis sitokinin *Benzil Amino Purine*, *2-Isopenteniladenina* konsentrasi 1,5; 3,0; dan 4,5 ppm dan *Thidiazuron* konsentrasi 0,15; 0,30; dan 0,45 ppm. Hasil percobaan menunjukkan terdapat pengaruh yang berbeda dalam memacu dan merangsang pemunculan jumlah tunas, tinggi tanaman, dan panjang akar pada tunas kunyit putih secara *in vitro*. Pemberian 0,45 ppm *Thidiazuron* memberikan pengaruh terbaik dalam menghasilkan jumlah tunas.

Kata kunci: Tunas rimpang · Perbanyakan · *Kaempferia rotunda* · Sitokinin

Growth increase of white turmeric shoots *in vitro* propagation by application different types and concentrations of cytokinin

Abstract. White turmeric (*Kaempferia rotunda* L.) is useful medicinal plant and need to be cultivated more widely, but is constrained by the supply of limited high quality seeds. *In vitro* propagation can overcome the scarcity of high quality white turmeric seeds in large quantities and pathogens free. Availability of superior seeds produced *in vitro* depends on the type and concentration of cytokinin added to the culture media. The aim of this research was to determine type and concentration of cytokinins that give the best effect on the growth of white turmeric shoots *in vitro* culture. The experiment was conducted at Tissue Culture Laboratory of Agriculture, Universitas Padjadjaran from August 2019 to April 2020. The planting material was derived from rhizome buds measuring ± 0.5 - 1.0 cm. The experimental design was Completely Randomized Design by 10 treatments with 3 replications. Medium used Murashige and Skoog with 10 treatments: no cytokinin addition, the addition of cytokinin *Benzyl Amino Purine*, *2-Isopenteniladenina* concentrations 1.5; 3.0; and 4.5 ppm and *Thidiazuron* concentrations 0.15; 0.30; and 0.45 ppm. The results showed that there were different effect in stimulating the appearance number of shoots, plant height, and root length in multiplication of white turmeric *in vitro*. The treatment of *Thidiazuron* 0.45 ppm was the best treatment on number of shoots.

Keywords : Rhizome buds · Multiplication · *Kaempferia rotunda* · Cytokinin

Diterima : 17 September 2020, Disetujui : 22 Desember 2020, Dipublikasikan : 31 Desember 2020
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.29469>

Murgayanti · F.N. Ramadhanti · Sumadi
Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran
Korespondensi: murgayanti@unpad.ac.id

Pendahuluan

Kunyit putih (*Kaempferia rotunda* L.) merupakan salah satu jenis tanaman biofarmaka, sehingga dapat ditanam untuk keperluan apotek hidup. Kunyit putih belum begitu terkenal namun sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi obat alami yang dapat mengobati berbagai penyakit, seperti masyarakat di kabupaten Gowa memanfaatkan rimpang kunyit putih dengan cara diparut, diblender, dan diiris lalu dimasak untuk mengobati penyakit kanker payudara, gondok beracun, maag, tumor abdomen, dan kelenjar getah bening (Chaerunnisa, 2018). Potensi ini didukung oleh ketersediaan sumber daya flora, keadaan tanah dan iklim, serta perkembangan industri obat modern dan tradisional di Indonesia. Keadaan iklim dan tanah Indonesia yang beriklim tropis menjadi salah satu keunggulan untuk pengembangan berbagai jenis famili zingiberaceae termasuk kunyit putih (Sari *et al.*, 2012). Kandungan utama dari *Kaempferia rotunda* L. adalah *Benzyl benzoate* dan *crotepoxide* sebagai antibakterial yang dapat melawan bakteri (Diastuti *et al.*, 2018).

Badan Pusat Statistik (2017) mencatat target tersedianya benih sumber kunyit dan tanaman obat lainnya yang terus meningkat dari tahun 2015-2019 sebesar 2%. Kebutuhan simplisia cukup tinggi, namun tidak sebanding dengan produksi yang masih belum bisa mencukupi kebutuhan pasar terutama untuk industri obat-obatan herbal. Hingga saat ini tanaman obat hasil budidaya untuk memenuhi kebutuhan pasar hanya 22% dan sisanya diambil langsung dari hutan sebanyak 78% (Salim dan Munadi, 2017). Rimpang kunyit putih dijual dengan harga yang cukup tinggi yaitu Rp.65.000/kg dan belum banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia.

Permasalahan dalam pengembangan kunyit putih yaitu bibit bermutu yang terbatas, ketersediaan bibit hanya sekali dalam setahun pada musim hujan atau akhir musim kemarau, dan masa dormansi rimpang yang cukup lama. *Kaempferia galanga* memiliki periode dormansi berkisar 2-3 bulan dan *K. parviflora* sekitar 1-2 bulan (Karim *et al.*, 2014). Pembibitan dilakukan dengan cara konvensional dari rimpang.

Bibit asal rimpang memiliki kelemahan diantaranya membutuhkan waktu yang lama minimal sembilan bulan sejak penanaman,

dormansi rimpang saat musim kemarau, membutuhkan lahan yang luas, biaya pemeliharaan yang mahal, sering kali membawa virus penyakit yang ditularkan dari tanaman asal yang sudah terserang sehingga produktivitasnya menurun (Yulizar *et al.*, 2014; Mustafaanand, 2014). Patogen yang menginfeksi rimpang diantaranya *Ralstonia solanacearum* atau layu bakteri yang menyebabkan rimpang busuk dan tanaman mati. Selain itu, *Sclerotium* sp., *Rhizoctonia* sp., dan *Fusarium oxysporum* menyebabkan akar busuk dan tanaman mati (Wiratno, 2017).

Solusi untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan perbanyakan tanaman menggunakan kultur jaringan. Saat ini belum terdapat studi mengenai peningkatan pertumbuhan tunas dengan sitokinin tunggal yang mampu menghasilkan bibit dalam jumlah yang banyak, waktu yang relatif singkat, tidak memerlukan tempat yang luas, perbanyakan dapat dilakukan tanpa bergantung pada musim, dan menghasilkan bibit yang lebih sehat (Yunus *et al.*, 2016). Selain itu, kebutuhan bibit akan selalu tersedia sepanjang musim dan dapat menghindari patogen virus, bakteri, dan jamur yang terbawa dari tanaman induk (Quiroz *et al.*, 2017). Selain itu, perbanyakan *K. rotunda* secara *in vitro* bermanfaat untuk pengembangan teknologi budidaya tanaman dalam skala besar (Joy *et al.*, 2016).

Keberhasilan kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh penggunaan media dasar dan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang ditambahkan pada media kultur. Penambahan ZPT berfungsi untuk merangsang pertumbuhan eksplan yang dikulturkan dari sel, jaringan ataupun organ (Yunus *et al.*, 2016). Pemilihan ZPT yang tepat bergantung pada arah pertumbuhan jaringan tanaman yang diinginkan. Jenis ZPT yang sering digunakan dalam kultur jaringan adalah sitokinin yang dapat merangsang pertumbuhan tunas.

Aktivitas ZPT pada pertumbuhan tanaman bergantung pada jenis, struktur kimia, konsentrasi, genotipe tanaman, serta kondisi fisiologis tanaman (Davies 1995; Satyavathi *et al.*, 2004). Jenis sitokinin sintetik yang sering digunakan dalam kultur jaringan yaitu *Thidiazuron* (TDZ), termasuk sitokinin tipe urea yang tidak dapat terdegradasi di dalam jaringan tanaman, sehingga lebih kuat daripada *Benzil Amino Purine* (BAP) dengan aktivitas sitokinin tipe purin atau *2-Isopenteniladenina* (2-iP) tipe

adenin (Guo *et al.*, 2011). Sitokinin berperan dalam proses pembelahan sel dan morfogenesis, selain itu memacu inisiasi dan proliferasi tunas (Iliev *et al.*, 2010). Tujuan penelitian ini yaitu untuk memperoleh jenis dan konsentrasi sitokinin terbaik untuk multiplikasi tunas kunyit putih (*K. rotunda* L.) secara *in vitro*.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Waktu penelitian yaitu pada bulan Agustus 2019 – April 2020.

Persiapan bahan tanaman. bertujuan untuk menumbuhkan tunas pada rimpang yang sudah dipanen. Persiapan menggunakan *trial and error* pada proses sterilisasi untuk mendapatkan eksplan yang steril guna meminimalisasi peluang kontaminasi, hingga menguji kemampuan tumbuh eksplan yang dihasilkan dari tunas rimpang pada media yang diberi penambahan jenis sitokinin yang berbeda. Rimpang (dari kebun Biofarmaka IPB) dicuci, kantung air pada rimpang dibuang, lalu rimpang disimpan di ruangan bersuhu sekitar 25° C. Selama penyimpanan rimpang dalam keadaan gelap dan lembab, apabila permukaan rimpang kering dilakukan penyemprotan dengan GA₃.

Pembuatan Media. Media yang digunakan adalah Murashige & Skoog (MS) dengan penambahan sitokinin BAP, 2-iP konsentrasi 1,5; 3,0; dan 4,5 ppm dan TDZ dengan konsentrasi 0,15; 0,30; dan 0,45 ppm.

Persiapan eksplan. Eksplan berupa tunas rimpang kunyit putih, dengan ukuran ±0,5-1,0 cm. Sterilisasi eksplan dicuci dengan air mengalir, lalu direndam dengan detergen 5', dibilas dengan aquades hingga bersih, kemudian direndam dengan fungisida 0,6 g/100 mL aquades selama 60', dibilas dengan aquades hingga tidak berbau, selanjutnya direndam bakterisida 0,1 g/100 mL selama 60' dan kemudian dicuci dengan aquades hingga tidak berbau. Setelah itu, sterilisasi dilakukan didalam *Laminar Air Flow* (LAF), tunas rimpang dibilas aquades steril 2-3 kali, lalu direndam alkohol 70% selama 5', dibilas dengan aquades steril sampai bersih, kemudian direndam dengan clorox 20% selama 15', dibilas aquades steril 3-4

kali. Selanjutnya direndam dengan clorox 10% + 3 tetes tween 20 selama 15', lalu dibilas aquades steril 3-4 kali. Terakhir, tunas rimpang direndam HgCl 0,2% selama 5', lalu dibilas aquades steril sampai bersih. Setelah itu, tunas ditiriskan pada gelas ukur yang dialasi kertas saring.

Penanaman. Tunas yang telah disterilisasi ditanam didalam LAF. Setiap tunas di isolasi dan diambil bagian meristem terkecil yang bisa dijangkau dengan ukuran sekitar 0,5 – 1,0 cm. Setiap satu botol media perlakuan ditanam satu eksplan tunas kunyit putih. Setelah penanaman, botol kultur diberi label, dan disimpan didalam ruang kultur selama 12 minggu setelah tanam (MST).

Analisis data. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 10 perlakuan yaitu (a) kontrol; (b) 1,5 ppm BAP; (c) 3,0 ppm BAP; (d) 4,5 ppm BAP; (e) 0,15 ppm TDZ; (f) 0,3 ppm TDZ; (g) 0,45 ppm TDZ; (h) 1,5 ppm 2-iP; (i) 3,0 ppm 2-iP; (j) 4,5 ppm 2-iP. Semua perlakuan diulang tiga kali, masing-masing ulangan terdiri dari tiga unit. Peubah yang diamati yaitu waktu muncul tunas baru, jumlah tunas, jumlah daun, dan tinggi tanaman. Analisis data kuantitatif dengan menggunakan analisis ragam berdasarkan uji F pada taraf nyata 5% dan dilanjutkan dengan Uji Scott Knott pada taraf nyata 5% atau Uji T pada taraf nyata 5%.

Hasil dan Pembahasan

Waktu Muncul Tunas Baru. Berdasarkan hasil pengamatan, menunjukkan bahwa eksplan yang ditanam pada media yang diperkaya 0,45 ppm TDZ merupakan waktu pertama kali eksplan bertunas yang tercepat, yaitu pada 5 hari setelah tanam (HST). Waktu eksplan bertunas yang paling lambat adalah eksplan yang ditanam pada media yang diperkaya 3,0 ppm 2-iP dan kontrol yaitu pada 26 hst (Gambar 1).

Eksplan yang bertunas merupakan tanda adanya pertumbuhan sel yang mampu menghasilkan organ baru dan tumbuh dengan baik. Salah satu indikator untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan eksplan dalam budidaya *in vitro* adalah saat munculnya tunas (Yunus *et al.*, 2016). Hasil penelitian Pierik (Kasilingam *et al.*, 2018) menyatakan bahwa penambahan sitokinin tunggal terutama BAP

dalam kultur tunas jahe dapat mempercepat multiplikasi tunas aksilar yang optimal karena penambahan sitokinin menghasilkan jumlah tunas tertinggi dengan pertumbuhan yang cepat.

Jumlah tunas. Jumlah tunas menandakan keberhasilan dalam multiplikasi. Semakin banyak tunas yang tumbuh, tingkat multiplikasi semakin tinggi. Pada tabel 1 menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi sitokinin yang berbeda secara *in vitro* memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah tunas pada 4, 8, dan 12 MST.

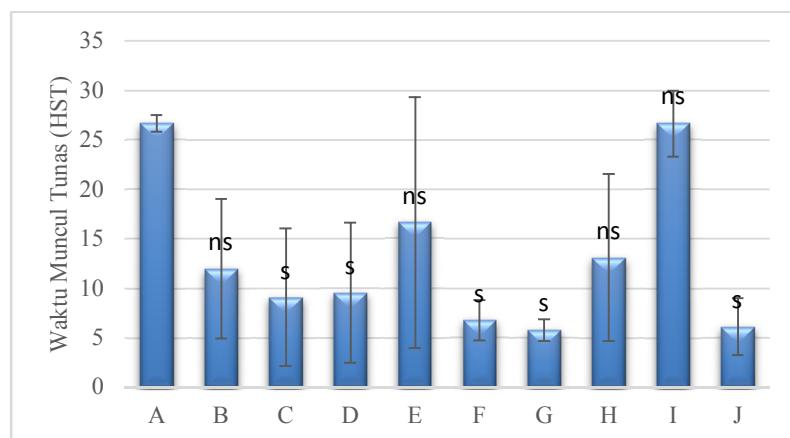
Media yang diperkaya 0,45 ppm TDZ menghasilkan rata-rata jumlah tunas yang lebih banyak daripada perlakuan yang lain. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Naz *et al.* (2012) bahwa frekuensi multiplikasi tunas dapat

meningkat dengan peningkatan konsentrasi sitokinin tanpa tambahan auksin. Struktur kimia TDZ lebih stabil dan aktivitas biologi lebih tinggi daripada BAP sehingga mampu memacu pertumbuhan tunas yang lebih baik (Guo *et al.*, 2011). Pertumbuhan tunas seragam, berukuran kecil, dan pertumbuhan tinggi planlet hanya sedikit. Hal ini didukung pada multiplikasi tunas anis (*Pimpinella anisum* L.) yang pertumbuhan tunasnya banyak namun tinggi tunasnya terhambat seiring meningkatnya konsentrasi TDZ di dalam media (Rostiana, 2007). Hal yang sama terjadi pada kultur *Gardenia jasminoides* dengan penambahan 2-iP dan BA pada media menyebabkan pertumbuhan tunas baru semakin banyak, namun panjang tunas semakin pendek (Chuenboonngarm *et al.*, 2001).

Tabel 1. Jumlah tunas, jumlah daun, dan tinggi tanaman kunyit putih pada jenis dan konsentrasi sitokinin secara *in vitro*.

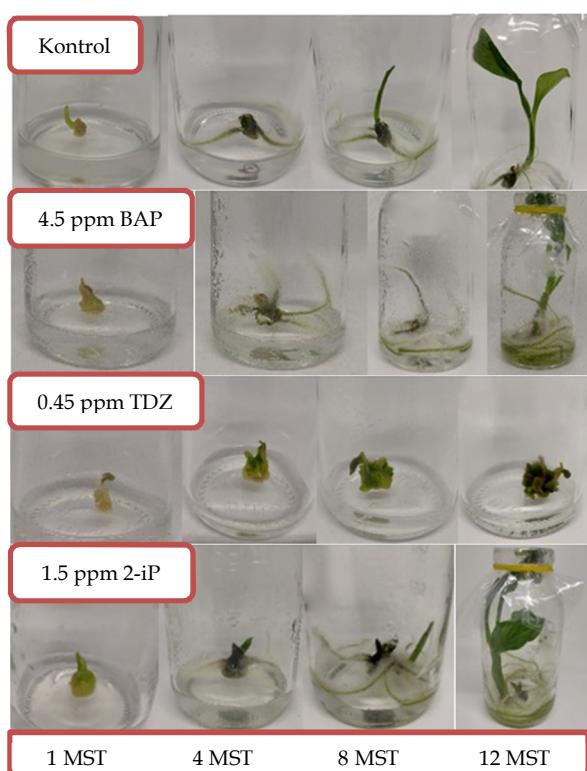
Perlakuan	Jumlah Tunas (buah)			Jumlah Daun (helai)	Tinggi Tanaman (cm)
	4 MST	8 MST	12 MST	12 MST	12 MST
A = Tanpa zat pengatur tumbuh	0,88 c	0,88 c	1,33 b	2,00 a	5,30 a
B = 1,5 ppm BAP	0,66 c	0,77 c	1,55 b	3,16 a	5,21 a
C = 3,0 ppm BAP	0,88 c	1,00 c	1,44 b	2,33 a	4,69 a
D = 4,5 ppm BAP	1,11 b	1,33 b	1,77 b	2,00 a	5,41 a
E = 0,15 ppm TDZ	1,21 b	1,21 b	1,66 b	2,98 a	1,12 b
F = 0,3 ppm TDZ	1,44 b	1,44 b	2,10 b	2,65 a	0,92 b
G = 0,45 ppm TDZ	1,88 a	2,11 a	3,75 a	2,66 a	1,81 b
H = 1,5 ppm 2-iP	1,22 b	1,33 b	1,66 b	2,82 a	3,04 b
I = 3,0 ppm 2-iP	0,44 c	0,44 c	0,66 b	2,16 a	3,77 a
J = 4,5 ppm 2-iP	1,11 b	1,11 c	1,33 b	2,00 a	3,80 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott pada taraf nyata 5%



Gambar 1. Waktu muncul tunas baru kunyit putih pada jenis dan konsentrasi sitokinin secara *in vitro*.
 Hasil Uji T-test pada taraf nyata 5% (A); Tanpa ZPT (kontrol); (B) 1,5 ppm BAP; (C) 3,0 ppm BAP; (D) 4,5 ppm BAP; (E) 0,15 ppm TDZ; (F) 0,30 ppm TDZ; (G) 0,45 ppm TDZ; (H) 1,5 ppm 2-iP; (I) 3,0 ppm 2-iP; (J) 4,5 ppm 2-iP.

Eksplan yang menghasilkan sedikit tunas seperti perlakuan kontrol, media dengan pemberian 3,0 ppm 2-iP, dan media yang diperkaya 4,5 ppm 2-iP diduga disebabkan oleh eksplan yang dikulturkan sudah mengandung auksin endogen yang cukup, sehingga penambahan sitokin ini eksogen tidak dapat merangsang pertumbuhan tunas dengan optimal. Hal ini sejalan dengan pernyataan Suharjanto (2011) bahwa jumlah tunas yang rendah disebabkan oleh eksplan yang kandungan auksin endogen dan sitokin ini eksogennya berjumlah seimbang.



Gambar 2. Penampilan eksplan kunyit putih pada berbagai konsentrasi sitokinin

Jumlah daun. Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 1 saat 12 MST belum terlihat perbedaan yang nyata pada semua perlakuan. Pertumbuhan daun tercepat yaitu pada 8 MST. Jumlah rata-rata daun yang tumbuh sebanyak 2 helai per botol dan jumlah daun terbanyak yaitu 3 helai diperoleh pada perlakuan B dengan pemberian 1,5 ppm BAP pada media MS sehingga perbedaan jenis sitokin ini juga tidak mempengaruhi pembentukan daun.

Jumlah daun berkaitan dengan proses fotosintesis tanaman karena daun mengandung klorofil sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun yang tumbuh, maka hasil fotosintesis semakin banyak pula. Jumlah daun dipengaruhi oleh jumlah tunas yang tumbuh, semakin sedikit jumlah tunas yang tumbuh, maka jumlah daun yang terbentuk semakin sedikit dan begitu pula sebaliknya (Demissie, 2013).

Tinggi Tanaman. Hasil pengamatan dan analisis statistika tinggi tanaman pada 12 MST pada Tabel 1 menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada media dengan penambahan 4,5 ppm BAP dengan rata-rata tinggi tanaman 5,41 cm (Gambar 1). Tinggi tanaman adalah salah satu variabel terpenting untuk menilai laju pertumbuhan eksplan yang dikulturkan. Menurut Mardiyah *et al.* (2017), pertumbuhan tinggi atau panjang suatu organ tanaman merupakan hasil aktivitas pembelahan, pemanjangan, dan pembesaran sel-sel yang terdapat pada jaringan meristem.

Media yang diperkaya dengan 1,5 ppm BAP; 3,0 ppm BAP; 4,5 ppm BAP; 3,0 ppm 2-iP; dan 4,5 ppm 2-iP menghasilkan tinggi tanaman yang tinggi karena jumlah tunas yang muncul lebih sedikit. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian Ramesh & Ramassamy (2014), bahwa jumlah tunas yang muncul mempengaruhi tinggi tanaman, semakin sedikit tunas yang muncul maka tinggi tanaman semakin meningkat dan begitu pula sebaliknya. Hal ini disebabkan oleh energi yang dibutuhkan untuk pemanjangan tunas digunakan untuk pembentukan calon tunas lainnya, sehingga tinggi tunas dapat mengalami penghambatan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Jenis dan konsentrasi sitokin yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda dalam memacu dan merangsang pemunculan jumlah tunas, tinggi tanaman, dan panjang akar pada tunas kunyit putih (*K. rotunda*) secara *in vitro*.
2. Pemberian 0,45 ppm *Thidiazuron* memberikan pengaruh terbaik dalam hal menghasilkan jumlah tunas karena menghasilkan jumlah tunas terbanyak.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Tanaman Biofarmaka Indonesia.
<https://www.bps.go.id/publication/2018/10/05/fb684e53549e5fa3fc174c8d/statistik-tanaman-biofarmaka-indonesia-2017.html> (diakses pada 13 Juli 2020)
- Chaerunnisa. 2018. Kajian Etnobotani Tanaman Kunyit Putih (*Kaempferia rotunda* L.) sebagai Tanaman Obat Masyarakat Desa Palangga Kecamatan Palangga Kabupaten Gowa. Fak. Sains dan Teknol. UIN Alauddin Makassar.
- Chuenboonngarm, N., S. Charoonsote, dan S. Bhamarapratvi. 2001. Effect of BA and 2-iP on Shoot Proliferation and Somaclonal Variation of *Gardenia jasminoides* Ellis in vitro Culture. 27: 137-141.
- Davies, P.J. 1995. The Plant Hormone Concept: Concentration, Sensitivity and Transport. in p.j. davies (ed.). Plant Hormone . Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer Academic Publisher. dordrecht/boston/london
- Demissie, A.G. 2013. Effect of Different Combinations of BAP (6-benzyl amino purine) and NAA (Naphthalene Acetic Acid) on Multiple Shoot Proliferation of Plantain (*Musa* spp.) cv. Matoke from Meristem Derived Explant. Academia J. Biotech. 1(5): 2315-7747.
- Diastuti, H., M. Chasani, and Suwandri. 2018. Antibacterial Activity of Benzyl Benzoate and Crotepoxyde from *Kaempferia rotunda* L. Rhizome. Indones. J. Chem. doi: 10.1016/j.vetpar.2014.03.009.
- Guo, B., B.H. Abbasi, A. Zeb, L.. Xu, and Y.. Wei. 2011. Thidiazuron: A multi-dimensional plant growth regulator. African J. Biotechnol. 10(45): 8984-9000. doi: 10.5897/ajb11.636.
- Iliev, I., A. Gajdošová, G. Libiaková, and S.M. Jain. 2010. Plant Micropropagation. Plant Cell Cult. Essent. Methods III(March): 1-23. doi: 10.1002/9780470686522.ch1.
- Joy, P.P., S. Mathew, B.P. Skaria, and G. Mathew. 2016. Agronomic Practices for Quality Production of *Kaempferia rotunda* L. Aromat. Med. Plants Res. Stn. (March 2006).
- Karim, M.A., S.W. Ardie, dan N. Khumaida.
2014. Pematahan Dormansi Rimpang *Kaempferia parviflora* Wall. ExBaker. Bul. Agrohorti 2(1): 104. doi: 10.29244/agrob.2.1.104-114.
- Kasilingam, T., G. Raman, N.D. Sundramoorthy, G. Supramaniam, S.H. Mohtar, and F.A. Avin. 2018. A Review on In vitro Regeneration of Ginger : Tips and Highlights. European J. Med. Plants 23(3)(May): 1-8. doi: 10.9734/EJMP/2018/40181.
- Mardiyah, Z. Basri, R. Yusuf, dan Hawalina. 2017. Pertumbuhan Tunas Anggur Hitam (*Vitis vinifera* L.) pada Berbagai Konsentrasi Bezylamino Purin dan Indolebutyric Acid. J. Agriland 24 (3) : 181-189, Desember 2017. ISSN : 0854- 641X. E-ISSN : 2407-7607.
- Mustafaanand, P.H. 2014. In-vitro plant regeneration in *Kaempferia rotunda* Linn . through somatic embryogenesis - a rare medicinal plant. 3(9): 409-414.
- Naz, S., F. Aslam, S. Ilyas, K. Shahzadi and A. Tariq. 2012. In Vitro Propagation of Tuberose (*Poliants tuberosa*). Journal of Medicinal Plants Research 6 (24): 4107-4112.
- Quiroz, K.A., M. Berríos, B. Carrasco, J.B. Retamales, P.D.S. Caligari, and R. García-González. 2017. Meristem Culture and Subsequent Micropropagation of Chilean Strawberry (*Fragaria chiloensis* (L.) Duch.). Biol. Res. 50(1): 1-11. doi: 10.1186/s40659-017-0125-8.
- Ramesh, Y. and V. Ramassamy. (2014). Effect of gelling Agents in In Vitro Multiplication of Banana var. Poovan. International Journal Advanced Biology Reasearch., 4(3), 308-311.
- Rostiana, O. 2007. Aplikasi Sitokinin Tipe Purin dan Urea Pada Multiplikasi Tunas Anis (*Pimpinella anisum* L.) In Vitro. 13(1): 1-7.
- Salim, Z., dan E. Munadi. 2017. Info Komoditi Tanaman Obat. Pertama. Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, Jakarta.
- Sari, H.M., S. Utami, E. Wiryani, dan L. Khotim. 2012. Distribusi Famili Zingiberaceae Pada Ketinggian Yang Berbeda Di Kabupaten Semarang Hanif Maya Sari, Sri Utami, Erry Wiryani, Murningsih dan Lilih Khotim Perwati. 14(1).
- Satyavathi, V. V., P.P. Jauhar, E.M. Elias, and M.B. Rao. 2004. Effects of Growth Regulators on In Vitro Plant Regeneration

- in Durum Wheat. *Crop Sci.* 44(5): 1839–1846. doi: 10.2135/cropsci2004.1839.
- Suharjanto. 2011. Induksi Tunas Jeruk Pamelo (*Citrus maxima* Merr.) Kultivar Bageng Secara *In Vitro* dengan Pemberian Jenis dan Konsentrasi Sitokinin. Mawas Juni 2011.
- Wiratno. 2017. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Obat Berkelaanjutan. Semin. Nas. Pertan. dan Tanam. Herb. Berkelaanjutan di Indones. (3): 1-16.
- Yulizar, D.R., Z.A. Noli, dan M. Idris. 2014. Induksi Tunas Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* Roscoe) Pada Media MS Dengan Penambahan Berbagai Konsentrasi BAP dan Sukrosa Secara In Vitro. 3(4): 310–316.
- Yunus, A., M. Rahayu, Samanhudi, B. Pujiasmanto, dan H.J. Riswanda. 2016. Respon Kunir Putih (*Kaempferia rotunda*) terhadap Pemberian IBA dan BAP pada Kultur In Vitro. Agrosains 18(2): 44–49.

Hamdani, J.S. · Sumadi · Kusumiyati · H. Ruwaiddah

Pertumbuhan dan hasil benih kentang G0 kultivar medians pada berbagai komposisi media tanam dan interval pemberian air di dataran medium

Sari. Benih merupakan kunci sukses budidaya kentang. Salah satu faktor yang mempengaruhi dan menjadi kendala produksi kentang di Indonesia adalah ketersediaan benih kentang yang memiliki kualitas dan kuantitas baik serta belum memenuhi kebutuhan permintaan benih petani kentang. Permasalahan produksi benih kentang generasi ke-0 (G0) adalah rendahnya jumlah ubi benih yang dihasilkan. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui interaksi antara komposisi media tanam dengan interval pemberian air terhadap produksi benih kentang G0 di dataran medium. Percobaan dilaksanakan di Kebun Percobaan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Kampus Jatinangor. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Split Plot. Petak utama adalah komposisi media tanam yang terdiri dari campuran tanah:kompos:arang sekam:cocopeat (2:1:1:1, 3:1:1:1, dan 4:1:1:1), dan anak petak adalah interval pemberian air (1, 2, dan 3 hari sekali). Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi antara komposisi media tanam dan interval pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil benih kentang G0 kultivar Medians di dataran medium. Komposisi media tanah:kompos:arang sekam:cocopeat (3:1:1:1) memberikan nilai rata-rata tertinggi terhadap konduktansi stomata, tinggi tanaman, luas daun, bobot kering tanaman, jumlah stolon, persentase stolon membentuk ubi, jumlah ubi, (6,55 knol/ tanaman) dan bobot ubi G0 (31,72 g/tanaman) yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan komposisi lainnya. Interval pemberian air dua hari sekali menunjukkan nilai tertinggi terhadap tinggi tanaman, luas daun, bobot kering tanaman, jumlah ubi G0 yang lebih banyak yaitu (5,67 knol/tan) dan bobot ubi yang lebih tinggi (29,39 g/tan) dibandingkan dengan interval pemberian 1 dan 3 hari sekali.

Kata kunci: Benih kentang G0 · Komposisi media · Interval pemberian air · Dataran medium

Effect of growing media compositions and watering interval to growth and yield of the G0 potato seed (*Solanum tuberosum* L.) cv medians in medium lands

Abstract. Seeds are the key to successful potato cultivation. One of the factors that affect and become a problem production potato in Indonesia is the lack of availability of good potato seeds in quality and quantity, that way it does not supply requirement. Among the problems in potato seed production of the 0th generation (G0) were low number of tuber produced. In connection with this, it is necessary to carry out an integrated study between the environmental engineering of the planting media and the water supply interval. This study aimed to know interaction between composition of planting medium with watering interval to production potato seeds G0 in medium land. The experiment was carried out at the experimental field, Faculty of Agriculture, Padjadjaran University, Sumedang. The experiment used Split plot Design. The main plot was the growing media compositions, composed by soil:compost:husk charcoal:cocopeat (2:1:1:1, 3:1:1:1, and 4:1:1:1). The sub plot was interval of watering (1, 2, and 3 day). The experimental results showed that there was no interaction effect of the growing media compositions and interval of watering. Compositions of soil:compost:husk charcoal:cocopeat (3:1:1:1) showed the plant height, leaf area, dry weight, number of stolons, the percentage of stolon becomes tuber, number of tubers (6.55 knol/plant), and weight of tuber per plant (31.72 g/plant) were higher than others. The interval of watering 2 day showed the plant height, leaf area, dry weight, produce numbers of tubers (5.67 knol/plant), and weight of tubers per plant (29.39 g/plant) were higher than interval 1 and 3 days.

Keywords: G0 potato seed · Media compositions · Watering interval · Medium lands

Diterima : 11 September 2020, Disetujui : 24 Desember 2020, Dipublikasikan : 31 Desember 2020
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.30583>

Hamdani, J.S. · Sumadi · Kusumiyati · H. Ruwaiddah
Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran
Korespondensi: jajang.sauman@unpad.ac.id

Pendahuluan

Salah satu faktor yang mempengaruhi dan menjadi kendala produksi kentang di Indonesia adalah belum banyaknya benih kentang yang memiliki kualitas dan kuantitas baik, serta belum memenuhi kebutuhan permintaan benih petani kentang. Sedangkan, benih merupakan kunci sukses budidaya kentang di Indonesia. Disamping itu rendahnya ketersediaan benih atau bibit kentang di Indonesia salah satunya disebabkan karena masih terbatasnya penggunaan lahan untuk perbanyak benih. Lahan untuk pengembangan kentang pada umumnya berada di dataran tinggi (Prabaningrum *et al.*, 2014). Salah satu di antaranya ialah dengan mengembangkan perbanyak benih kentang di dataran medium dengan ketinggian 300 sampai 700 m di atas permukaan laut (dpl) yang tersedia cukup luas di Indonesia (Hamdani dan Suradinata, 2015; Hamdani *et al.*, 2016a; Hamdani *et al.*, 2018a; Nuraini *et al.*, 2018).

Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut ialah menanam kentang di dataran medium dengan menggunakan varietas kentang yang toleran terhadap suhu tinggi dan dengan dukungan teknologi kultur teknis yang memungkinkan tanaman kentang tumbuh secara optimum, yaitu dengan menanam tanaman kentang pada komposisi media tanam dan kondisi air yang sesuai yang dapat mempengaruhi produksi benih kentang. Komposisi media tanam yang sesuai dapat meningkatkan jumlah dan ukuran ubi tanaman kentang termasuk untuk produksi benih kentang. Menurut Vreugdenhil (2007), tanaman kentang dapat tumbuh optimal pada tanah berstruktur remah, gembur, mengandung bahan organik, memiliki lapisan olah dalam, dan berdrainase baik, karena hasil ekonomis tanaman kentang adalah ubi yang tumbuh dan berkembang di dalam tanah. Tanah di daerah dataran medium kebanyakan merupakan tanah inceptisols yang memiliki tingkat kesuburan tanah relatif rendah. Hal ini dapat diperbaiki dengan cara pemberian bahan organik berupa kompos, arang sekam, dan cocopeat (Simarmata, 2005; Hamdani, *et al.*, 2018b; Sutari, *et al.*, 2018)

Keberhasilan stek tanaman sebagai sumber bibit dapat dipengaruhi oleh media yang digunakan. Media tanam yang umum digunakan untuk menghasilkan ubi G0 yaitu media tanah yang dicampur arang sekam yang

berfungsi untuk mempermudah drainase dan media tanah yang dicampur pupuk kandang yang memiliki fungsi untuk memperbaiki struktur fisik dan biologi tanah, serta meningkatkan daya serap tanah terhadap air (Simanungkalit *et al.*, 2006). Penambahan media tanam cocopeat dan arang sekam dapat memperbaiki sifat tanah inceptisols, dengan penambahan media tanam cocopeat dan arang sekam maka struktur media tanam untuk pertumbuhan akar menjadi baik (Agustin *et al.*, 2014; Saputra, 2016; Hamdani *et al.*, 2019). Menurut Hamdani *et al.* (2019), komposisi media tanah, kompos, arang sekam dan cocopeat dengan perbandingan 1:1:1:1 menunjukkan pertumbuhan tanaman yang baik dengan tinggi tanaman, luas daun, bobot kering tanaman, jumlah ubi, dan bobot pertanaman tertinggi. Akan tetapi, media dengan komposisi tersebut memerlukan biaya yang lebih mahal karena komposisi tanah yang digunakan sedikit, sedangkan bahan organik yang ditambahkan lebih banyak. Oleh karena itu, perlu dicari komposisi media yang lebih murah dengan bagian tanah yang diberikan lebih banyak dengan penambahan bagian tanah 3 sampai 4 bagian volume untuk produksi benih G0 yang dikembangkan di dataran medium.

Faktor lain yang harus diperhatikan selain komposisi media tanam dalam budidaya kentang adalah frekuensi pemberian air atau penyiraman tanaman. Penyiraman air pada tanaman dapat mendorong pertumbuhan dan perkembangan tanaman, selain itu dapat menjaga kesehatan tanaman (Prabaningrum *et al.*, 2014). Kekurangan air pada suatu tanaman akan menyebabkan terganggunya proses fotosintesis, menurunkan konduktansi stomata, dan terhentinya proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Yordanov *et al.*, 2003; Meng *et al.* 2014; Beetge dan Kurger, 2019) karena air berfungsi sebagai komponen pelarut yang dapat melarutkan unsur hara sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Kelebihan air pada tanaman akan menyebabkan terjadinya penurunan suplai oksigen pada daerah perakaran tanaman sehingga tanaman sulit untuk berkembang.

Menurut Tampubolon *et al.* (2017), interval penyiraman berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tanaman karena tanaman diberi rentang waktu untuk menyerap unsur hara pada tanah, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Ketersediaan air

sangat dipengaruhi oleh kondisi media tanam yang digunakan. Oleh sebab itu, diperlukan media tanam yang memiliki daya pegang air yang kuat sehingga dapat memenuhi kebutuhan air tanaman kentang di dataran medium. Media tanam harus dapat mendukung pertumbuhan akar sehingga akar dapat memperoleh udara dan air yang cukup, serta mampu menyediakan unsur-unsur hara yang diperlukan tanaman. Sumartono dan Eni (2013) menyatakan bahwa pembentukan ubi sangat dipengaruhi oleh media tanam, karena kondisi aerasi tanah yang buruk dapat menyebabkan tanaman kekurangan oksigen sehingga menghambat pembelahan dan pembesaran sel dalam ubi serta perkembangan ubi.

Penggunaan campuran bahan organik seperti arang sekam, cocopeat dan kompos sebagai komponen penyusun komposisi media tanam diharapkan mampu menciptakan dukungan terhadap pertumbuhan tanaman dan hasil ubi kentang. Penambahan bahan organik ke dalam media tanam dapat meningkatkan kemampuan tanah menahan air sehingga air yang dapat ditahan oleh tanah menjadi lebih banyak dan dapat lebih lama digunakan oleh tanaman (Ichsan *et al.*, 2012). Oleh sebab itu, interval penyiraman dapat diperpanjang sesuai dengan kemampuan media tanam menahan air. Dengan demikian dilakukan percobaan untuk menghasilkan benih kentang G0 pada komposisi media tanam dan frekuensi pemberian air yang berbeda agar terdapat efisiensi penggunaan bahan organik dan penggunaan air serta mampu meningkatkan produksi benih kentang G0 di dataran medium.

Bahan dan Metode

Percobaan dilakukan di screen house, Kebun Percobaan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Kampus Jatinangor dengan ketinggian ± 685 m dpl. Waktu percobaan dilaksanakan dari bulan Juni sampai dengan Oktober 2020.

Bahan yang digunakan selama percobaan adalah plantlet benih kentang kultivar Medians, tanah Inseptisol, kompos kotoran sapi, arang sekam, cocopeat, polybag ukuran 50 x 50 cm, pupuk Urea (46 %N), SP-36 (36 % P₂O₅), dan KCl (60 % K₂O), insektisida Basamid 98 GR dengan bahan aktif dazomet 98%, insektisida Curacron

500 EC dengan bahan aktif Profenofos 500g/L, bakterisida Plantomycin dengan bahan aktif Streptomycin sulfate 6,87%, fungisida Curzate 8/64 WP dengan bahan aktif Mankozeb 64%, dan nematisida Furadan 3G dengan bahan aktif Karbofuran 3%. Alat yang digunakan selama percobaan adalah cangkul, kored, embrat, ajir, gelas ukur, *handsprayer*, meteran, termohigrometer, klorofilometer, porometer, timbangan digital, dan oven.

Rancangan Percobaan menggunakan rancangan split plot. Faktor petak utama adalah komposisi media tanam yang terdiri dari campuran tanah:kompos:arang sekam:cocopeat (2:1:1:1, 3:1:1:1, dan 4:1:1:1), dan anak petak adalah interval pemberian air (1, 2, dan 3 hari sekali) sampai mencapai kapasitas lapang . Sehingga seluruhnya menjadi 9 perlakuan diulang tiga kali, menjadi 27 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 16 tanaman, sehingga terdapat 432 tanaman.s

Perhitungan analisis sifat fisik komposisi media tanam dilakukan sebelum tanam, dengan rumus sebagai berikut:

- Massa jenis media (kg/L) = $\frac{\text{Bobot media (kg)}}{\text{volume media (L)}}$
- Persentase porositas media (%) = $\frac{\text{Volume air siram (L)}}{\text{Volume media tanam (L)}} \times 100\%$
- Persentase ruang udara (%) = $\frac{\text{Volume air gravitasi (L)}}{\text{Volume media tanam (L)}} \times 100\%$
- Persentase daya pegang air (%) = Persentase porositas (%) - persentase ruang udara (%)

Bibit yang digunakan berupa planlet kentang Kultivar Medians yang telah diaklimatisasi. Setek planlet telah memiliki daun majemuk dan berumur 14 - 21 hari. Polibag yang berdiameter 20 cm dan tinggi 50 cm diisi dengan media tanam campuran tanah+kompos kotoran sapi +arang sekam+cocopeat dengan perbandingan volume sesuai dengan perlakuan. Campuran media tanam disterilisasi terlebih dahulu dengan cara memberikan bakterisida, fungisida, dan nematisida furadan 3G, selanjutnya media ditutup dan diinkubasi selama dua minggu. Setelah disterilisasi kemudian media tanam dalam polibag disusun sesuai rancangan perlakuan. Penanaman bibit kentang dilakukan dengan cara menanam stek pada lubang tanam. Setiap polibag ditanami empat setek. Pupuk urea diberikan setengah dosisnya, sedangkan pupuk Sp-36 dan KCL diberikan seluruhnya sesuai dengan dosis yang

direkomendasikan. Pupuk urea susulan diberikan setengahnya lagi pada tanaman berumur satu bulan. Volume air untuk penyiraman disesuaikan dengan kebutuhan air pada kapasitas lapang masing masing media tanam dengan interval yang berbeda sesuai perlakuan. Penyiraman untuk satu hari yaitu sebesar 300 mL untuk komposisi 2:1:1:1 dan 3:1:1:1 sedangkan untuk komposisi media 4:1:1:1 sebanyak 200 mL. Penyiraman 2 hari sekali sebesar 600 mL untuk komposisi 2:1:1:1 dan 3:1:1:1, sedangkan untuk komposisi 4:1:1:1 sebanyak 400 mL. Volume air untuk interval 3 hari sekali sebesar 900 mL untuk komposisi 2:1:1:1 dan 3:1:1:1, sedangkan untuk komposisi 4:1:1:1 sebesar 600 mL. Pemeliharaan tanaman dilakukan rutin, seperti penyiangan gulma, pendangiran, pemupukan, dan pembumbunan. Pengendalian hama menggunakan insektisida, sedangkan untuk mengendalikan penyakit menggunakan fungisida yang diberikan sesuai dengan gejala serangan hama dan penyakit.

Pengamatan terdiri dari analisis sifat fisik media tanam, tinggi tanaman, luas daun, bobot kering tanaman, kandungan air relatif daun, indeks kandungan klorofil, konduktansi stomata, jumlah stolon, persentase stolon membentuk ubi, jumlah ubi, dan bobot ubi benih per tanaman. Pengaruh perlakuan diuji

dengan uji F dengan taraf nyata 5%, sedangkan untuk menguji perbedaan nilai rata-rata perlakuan dilakukan dengan uji Duncan pada taraf nyata 5%.

Hasil dan Pembahasan

Analisis sifat fisik media tanam. Hasil analisis sifat fisik media tanam dapat dilihat pada Tabel 1. Persentase porositas merupakan proporsi pori total yang terdapat dalam satuan volume media tanam yang diisi air dan udara. Komposisi tanah:kompos:arang sekam:cocopeat (4:1:1:1) memiliki massa jenis lebih tinggi akan tetapi memiliki persentase porositas lebih rendah. Semakin padat media tanam maka semakin rendah porositas suatu media tanam sehingga ketersediaan air pada media tanam berkurang dan semakin sedikit jumlah ruang pori media tanam. Sedangkan perbandingan media 2:1:1:1 memiliki persentase porositas lebih tinggi, tetapi tidak terlalu berbeda dengan komposisi 3:1:1:1 disebabkan sifat dari arang sekam dan cocopeat yang memiliki porositas tinggi sehingga meningkatkan ruang pori total media yang dapat meningkatkan daya serap akar terhadap air dan nutrisi untuk proses fotosintesis.

Tabel 1. Hasil analisis sifat fisik media tanam pada berbagai perbandingan.

Komposisi media tanah:kompos:arang sekam:cocopeat	Massa Jenis (kg/L)	Persentase Porositas (%)	Persentase Ruang Udara (%)	Persentase Daya Pegang Air (%)
2:1:1:1	6.8	31.82	12.72	19.10
3:1:1:1	6.8	31.82	16.81	15.01
4:1:1:1	7.8	21.05	8.4	12.65

Tabel 2. Pengaruh komposisi media tanam dan interval pemberian air terhadap kandungan air relatif daun, konduktansi stomata, dan indeks kandungan klorofil.

Perlakuan	Kandungan air relatif daun (%)	konduktansi Stomata (mmol/m ² s)	Indeks kandungan klorofil
Tanah:kompos:arang sekam:cocopeat			
2:1:1:1	87.82 a	244,46 ab	44.84 a
3:1:1:1	88.01 a	288,18 b	51.14 a
4:1:1:1	74.28 a	265.63 a	44.84 a
Interval pemberian air (hari)			
1	85.57 a	383,33 b	47.04 a
2	87.84 a	288.13 b	48.89 a
3	75.69 a	186.35 a	51.78 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf berbeda dalam kolom yang sama menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Komposisi tanah : kompos : arang sekam : cocopeat (2:1:1:1) dan tanah:kompos:arang sekam:cocopeat (3:1:1:1) memiliki persentase ruang udara dan daya pegang air lebih baik, media tanah 2 dan 3 bagian volume yang diberi kompos, arang sekam, cocopeat dapat memperbaiki sifat tanah inceptisols yang bertekstur liat sehingga menciptakan struktur media tanam yang baik untuk pertumbuhan akar.

Kandungan air relatif daun, konduktansi stomata, Kandungan Klorofil. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara komposisi media tanam dan interval pemberian air terhadap kandungan air relatif daun, konduktansi stomata, kandungan klorofil tanaman kentang. Akan tetapi, secara mandiri perlakuan komposisi media tanam dan interval pemberian air berpengaruh nyata pada konduktansi stomata. Komposisi media 2:1:1:1 dan 3:1:1:1 memiliki konduktansi stomata lebih tinggi bila dibandingkan dengan komposisi media 4:1:1:1 (Tabel 2).

Kandungan air relatif daun dapat digunakan sebagai indikator fisiologis status air pada daun, hal ini menunjukkan keseimbangan antara suplai air ke jaringan daun dan tingkat transpirasi (Lugojan & Ciulca, 2011). Kurangnya suplai air yang dapat diserap tanaman mengakibatkan kandungan air relatif daun juga semakin rendah. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Hamdani *et al.* (2016b) yang menyatakan bahwa ketersediaan air yang semakin sedikit menghasilkan kandungan air relatif daun yang semakin kecil, sebab sel-sel menjadi lebih kecil dan pertumbuhan daun terhambat akibat kekurangan air. Kisaran nilai KARD pada beberapa genotip kentang yaitu 89,30% - 91,20% pada kondisi air yang cukup dan kekurangan air pada tanaman kentang terbukti menurunkan KARD (Al-Mahmud *et al.*, 2014). Perlakuan interval penyiraman 3 hari tampak telah menurunkan KARD dari kisaran tersebut. Hasil ini sejalan dengan Aliche *et al.* (2018), bahwa tanaman kentang merupakan tanaman yang sensitif terhadap cekaman kekeringan, bahkan cekaman kekeringan ringan dapat menghambat proses fisiologis di dalam tanaman.

Salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan klorofil adalah ketersediaan air. Indeks kandungan klorofil yang tidak berbeda nyata menggambarkan bahwa semua perlakuan yang diberikan mampu menyediakan air yang cukup bagi tanaman untuk melakukan sintesis

klorofil. Kurangnya ketersediaan air akan menghambat penyerapan unsur hara, terutama nitrogen dan magnesium yang berperan penting dalam sintesis klorofil (Ai dan Banyo, 2011).

Penutupan stomata ini merupakan respons tanaman untuk menghindari penguapan berlebih saat terjadi cekaman kekeringan. Meng *et al.* (2014) menyatakan bahwa ketika stomata menutup, aktivitas fotosintesis akan menurun karena proses pertukaran CO₂ terganggu. Aktivitas fotosintesis ditentukan oleh tingkat fiksasi CO₂ di daun, sehingga penutupan stomata akan menghambat masuknya CO₂ melalui stomata, dan terganggunya aktivitas fotosintesis ini akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Saat tanaman kekurangan air, perkembangan sel akan menurun dan menyebabkan pertumbuhan tinggi tanaman terhambat (Kesiime *et al.*, 2016).

Menurut Zhao *et al.* (2015), peningkatan konduktansi stomata berkorelasi dengan tingginya serapan air oleh akar dan kadar air relatif daun (KARD). Serapan air yang baik mencerminkan sistem perakaran yang dalam dan berkaitan dengan rendahnya nisbah pupus akar (NPA) (Zegada-Lizarazu and Monti, 2019). Menurut Beetge and Kruger (2019), tanaman kentang merupakan tanaman yang sensitif terhadap cekaman kekeringan. Sejumlah proses fisiologis seperti transpirasi dan fotosintesis akan terhambat, bahkan pada cekaman kekeringan yang ringan, stomata akan menutup. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa terjadi penurunan konduktansi stomata seiring umur tanaman bertambah. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Yan *et al.* (2017) yang memperlihatkan bahwa aktivitas stomata mengalami tren penurunan pada tanaman legum dengan semakin bertambahnya umur tanaman.

Tinggi tanaman, Luas daun, Bobot kering tanaman, dan Nisbah pupus akar. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara komposisi media tanam dan interval pemberian air terhadap tinggi tanaman, luas daun, bobot kering tanaman, dan nisbah pupus akar, namun secara mandiri perlakuan komposisi media tanam dan interval pemberian air berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, luas daun, dan bobot kering tanaman, sedangkan pada nisbah pupus akar tidak berpengaruh. Komposisi media tanam 2:1:1:1 dan 3:1:1:1 memiliki tinggi tanaman, luas daun, bobot kering tanaman lebih tinggi bila dibandingkan

dengan media dengan komposisi 4:1:1:1). Interval pemberian air 1 dan 2 hari sekali memiliki tinggi tanaman, luas daun, dan bobot kering tanaman lebih tinggi (Tabel 2).

Komposisi media tanam dengan komposisi 3:1:1:1 menghasilkan tinggi tanaman, luas daun, dan bobot kering lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini ditunjang dengan hasil analisis konduktansi stomata yang lebih tinggi. Penambahan cocopeat dan arang sekam pada 3 volume tanah inceptisols dapat memperbaiki sifat fisik media tanam sehingga meningkatkan ketersediaan nutrisi di dalam media tanam yang akan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal yang mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman.

Agustin *et al.* (2014) menyatakan bahwa sistem perakaran yang baik akan menunjang pertumbuhan kanopi tanaman dengan menyediakan air dan nutrisi dari media tanam untuk fotosintesis, sedangkan kanopi tanaman menyediakan fotosintat untuk pertumbuhan akar dan bagian tanaman lainnya. Keadaan ini menunjukkan bahwa pada komposisi 3:1:1:1 ketersediaan air untuk tanaman terpenuhi. Ketersediaan air yang cukup akan memudahkan perakaran menyerap unsur hara yang akan diangkat ke bagian vegetatif tanaman sehingga pertumbuhan vegetatif dapat lebih optimal. Air yang cukup mempermudah akar dalam menyerap unsur hara yang akan ditransportasikan ke bagian vegetatif tanaman sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman, luas daun, dan bobot kering tanaman dapat lebih optimal. Salah satu fungsi air bagi tanaman adalah sebagai pelarut unsur hara sehingga pertumbuhan tanaman sangat tergantung pada ketersediaan air dalam media tanam. Komposisi media 4:1:1:1 memiliki

massa jenis lebih tinggi akan tetapi memiliki persentase porositas lebih rendah. Semakin padat media tanam maka semakin rendah porositas suatu media tanam sehingga ketersediaan air pada media tanam berkurang dan semakin sedikit jumlah ruang pori media tanam. Berkurangnya suplai air dari media tanam mengakibatkan serapan air ke dalam tanaman melalui akar juga berkurang, sehingga kadar air pada semua organ tanaman mengalami penurunan termasuk daun. Kondisi tersebut menyebabkan laju fotosintesis menurun. Hal ini menyebabkan pertumbuhan tajuk tanaman menjadi kerdil dan tanaman menjadi pendek, serta luas daun dan bobot kering tanaman menjadi rendah.

Interval pemberian air 2 hari sekali menghasilkan tinggi tanaman, luas daun, dan bobot kering tanaman yang lebih tinggi dan berbeda dengan interval pemberian air tiga hari sekali, akan tetapi tidak berbeda bila dibandingkan dengan 1 hari sekali. Interval pemberian air 3 hari sekali menunjukkan nilai yang lebih rendah untuk semua parameter pertumbuhan, interval penyiraman 2 hari menunjukkan tinggi tanaman tertinggi disetiap waktu pengamatan. Rendahnya pertumbuhan pada interval penyiraman 3 hari sekali diduga karena adanya kekurangan air sehingga mempengaruhi pertumbuhan tajuk. Menurut Abid *et al.* (2016), cekaman kekeringan menurunkan bobot kering tajuk dan meningkatkan biomassa akar. Saat kekeringan, tanaman akan memperluas sistem perakaran agar akar mampu menyerap air di lapisan tanah yang lebih dalam, sehingga akar dapat memenuhi kebutuhan air untuk transpirasi (Purwanto *et al.*, 2017).

Tabel 3 Pengaruh komposisi media tanam dan interval pemberian air terhadap tinggi tanaman, luas daun, bobot kering tanaman, dan indeks kandungan klorofil.

Perlakuan	Tinggi Tanaman 6MST (cm)	Luas Daun (cm ²)	Bobot Kering Tanaman (g)	Nisbah pupus akar
tanah:kompos:arang sekam:cocopeat				
2:1:1:1	14.98 b	183.5 b	9.85 b	13.00 a
3:1:1:1	15.92 b	193.6 b	9.46 b	12.29 a
4:1:1:1	11.78 a	168.4 a	6.07 a	14.34 a
Interval pemberian air (hari)				
1	16.18 b	222.6 b	8.70 ab	13.35 a
2	14.85 b	188.0 b	10.21 b	12.86 a
3	11.64 a	163.9 a	7.07 a	13.41 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Jumlah stolon, persentasi stolon membentuk ubi, jumlah ubi pertanaman, bobot ubi per tanaman. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara komposisi media tanam dan interval pemberian air terhadap jumlah stolon, persentase stolon membentuk ubi, jumlah ubi per tanaman, bobot ubi per tanaman, namun secara mandiri perlakuan komposisi media tanam berpengaruh pada jumlah stolon, persentasi stolon membentuk ubi, jumlah ubi pertanaman, dan bobot ubi per tanaman. Interval pemberian air berpengaruh nyata pada jumlah ubi per tanaman dan bobot ubi per tanaman pada jumlah stolon, dan persentase stolon membentuk ubi. Media tanam dengan komposisi 3:1:1:1 menunjukkan jumlah stolon, persentase stolon membentuk ubi, jumlah ubi pertanaman, dan bobot ubi per tanaman lebih tinggi bila dibandingkan dengan perbandingan 2:1:1:1 dan 4:1:1:1. Interval pemberian air dua hari sekali memiliki jumlah ubi pertanaman dan bobot ubi per tanaman lebih tinggi (Tabel 4).

Keadaan ini dimungkinkan karena komposisi media tanam 3:1:1:1 memiliki persentase ruang udara dan persentase daya pegang air yang cukup baik sehingga tata air dan tata udara media tanam baik untuk pertumbuhan dan perkembangan akar dan stolon. Komposisi media ini mendukung perbaikan struktur tanah dengan berstruktur remah, gembur, mengandung bahan organik, serta memiliki drainase dan aerasi yang baik, sehingga sesuai dengan media tanam yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan ubi kentang. Asandhi dan Gunandhi (1989) mengemukakan bahwa jumlah ubi kentang ditentukan oleh jumlah stolon yang terbentuk dan dipengaruhi oleh penyerapan air dan nutrisi dari dalam media tanam untuk proses fotosintesis. Besarnya fotosintat yang dialirkan dan disimpan sebagai cadangan makanan menentukan bobot ubi karena ubi sebagai tempat cadangan makanan hasil proses fotosintesis. Peningkatan pembentukan dan pengisian ubi menghasilkan jumlah ubi yang banyak dengan ukuran yang besar. Samadi (1997) menyatakan bahwa penggunaan pupuk organik sebagai komposisi dalam campuran media tanam pada produksi bibit kentang memiliki pengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dan jumlah ubi kentang. Menurut Sumartono dan Eni (2013), jumlah stolon yang terbentuk ditentukan oleh beberapa

faktor, yaitu varietas, kedalaman tanam, ukuran ubi bibit, kelembaban tanah, dan ketersediaan unsur hara. Ketersediaan air di dalam media tanam mempengaruhi konsentrasi unsur hara yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Ressie *et al.*, 2018). Masa pembentukan dan pengisian ubi merupakan fase kritis tanaman kentang dimana pada fase tersebut tanaman kentang membutuhkan air dalam jumlah yang lebih besar (Haryati, 2014). Terpenuhinya kebutuhan air tanaman menyebabkan proses fotosintesis berjalan optimal sehingga menghasilkan fotosintat dalam jumlah yang lebih besar untuk pengisian ubi.

Berdasarkan Tabel 4, perlakuan interval pemberian air berpengaruh nyata terhadap jumlah ubi per tanaman. Perlakuan interval penyiraman 2 hari menunjukkan jumlah ubi per tanaman lebih banyak dari interval penyiraman lainnya. Interval pemberian air 2 hari sekali, menghasilkan jumlah ubi dan bobot ubi yang tinggi. Keadaan ini dimungkinkan karena tanaman kentang memiliki konduktansi stomata yang tinggi pada interval pemberian air 2 hari sekali. Terpenuhinya kebutuhan air tanaman menyebabkan proses fotosintesis berjalan optimal sehingga menghasilkan fotosintat dalam jumlah yang lebih besar untuk pengisian ubi. Oleh sebab itu perlakuan interval penyiraman 2 hari menunjukkan bobot ubi per tanaman lebih tinggi dari interval penyiraman lainnya. Jumlah ubi per tanaman kemudian menurun pada interval penyiraman 3 hari. Hal ini diduga karena ketersediaan air pada interval penyiraman 3 hari relatif rendah, sehingga menurunkan jumlah ubi per tanaman. Hasil ini selaras dengan hasil penelitian Li *et al.* (2016) bahwa cekaman kekeringan pada fase pengisian ubi, menghasilkan jumlah ubi per tanaman yang sedikit. Hasil penelitian Martin *et al.* (1992) juga menunjukkan bahwa defisit air pada fase pengisian ubi menurunkan bobot dan jumlah ubi per tanaman kentang hingga 20%. Kekurangan air pada tanaman terjadi karena ketersediaan air dalam media tanam kurang sehingga kecepatan absorsi tidak dapat menyeimbangi kehilangan air melalui proses transpirasi sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman (Haryati, 2014). Oleh sebab itu, diperlukan komposisi media tanam yang memiliki daya pegang air tinggi supaya dapat memenuhi kebutuhan air dan mendukung pertumbuhan tanaman kentang.

Tabel 4 Pengaruh komposisi media tanam dan interval pemberian air terhadap jumlah stolon, persentasi stolon membentuk ubi, jumlah ubi pertanaman, bobot ubi per tanaman

Perlakuan	Jumlah stolon	Persentase stolon membentuk ubi (%)	Jumlah ubi per tanaman (knol)	Bobot ubi per tanaman (g)
tanah:kompos:arang sekam:cocopeat				
2:1:1:1	6.20 ab	76,49 a	4.75 a	27.68 a
3:1:1:1	8.05 b	81.36 b	6.55 b	31.72 b
4:1:1:1	5.11 a	75.73 a	3.87 a	22.75 a
Interval pemberian air (hari)				
1	5.49 a	82.43 a	4.08 a	21.19 a
2	4.88 a	78.87 a	5.67 b	29.39 b
3	4.00 a	74.2 a	3.42 a	22.58 a

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Penurunan hasil akibat kekeringan dapat disebabkan oleh menurunnya aktivitas fotosintesis yang sangat berkaitan dengan faktor stomata (Dahal *et al.*, 2019). Berdasarkan pengamatan konduktansi stomata, semakin lama waktu interval penyiraman akan menurunkan konduktansi stomata, bahkan seiring meningkatnya fase pertumbuhan pun nilai konduktansi stomata semakin menurun. Sebaliknya pemberian air yang terlalu sering menyebabkan hasil ubi berkurang. Ichsan *et al.* (2012) menyebutkan bahwa penyiraman yang terlalu sering mengakibatkan tanah menjadi padat, hara berkurang dengan cepat, dan dapat menyebabkan tanah kekurangan oksigen bila penyiraman dilakukan dengan jumlah yang banyak.

Kesimpulan

Dari hasil percobaan dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Tidak terdapat interaksi antara komposisi media tanam dan interval pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil benih kentang G0 kultivar Medians di dataran medium
2. Komposisi media tanah:kompos:arang sekam:cocopeat 3:1:1:1 memberikan nilai rata-rata tertinggi terhadap konduktansi stomata, tinggi tanaman, luas daun, bobot kering tanaman, jumlah stolon, persentase stolon membentuk ubi, jumlah ubi yang lebih banyak dan bobot ubi G0 yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi media lainnya

3. Interval pemberian air dua hari sekali memberikan nilai rata-rata tertinggi pada tinggi tanaman, luas daun, bobot kering tanaman, jumlah ubi G0 dan bobot ubi yang lebih tinggi dibandingkan dengan interval pemberian airnya.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih diucapkan kepada Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional, yang telah membiayai Penelitian ini melalui skema **Penelitian Terapan** dan PT. Central Horti Agro Makro (CHAMP) Garut yang telah ikut berkontribusi dan bersedia sebagai mitra dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abid, M., E. Mansour, L. B. Yahia, K. Bachar, A. B. Khaled, and A. Ferchichi. 2016. Alfalfa nutritive quality as influenced by drought in south-eastern oasis of Tunisia. Italian Journal of Animal Science 15(2) : 334-342.
 Agustin, A., M. Riniarti, Duryat. 2014. Pemanfaatan limbah serbu gergaji dan arang sekam sebagai media sapih untuk cempaka kuning (*Michelia champaca*). Jurnal Sylva Lestari 2 (3): 49-58
 Ai, S. N. dan Y. Banyo. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. Jurnal Ilmiah Sains Vol. 11 No. 2 : Oktober 2011.

- Aliche, E. B., M. Oortwijn, T. P. J. M. Theeuwen, C. W. B. Bachem, R. G. F. Visser, and C. G. V. D. Linden. 2018. Drought response in yield grown potatoes and interactions between canopy growth and yield. Agricultural Water Management 206(1) : 20-30.
- Al-Mahmud, A., A. Hossain, A. Al-Mamun, Shamimuzzaman, E. Habib, S. Rahaman, S. A. Khan, and M. Bazzaz. 2014. Plant canopy, tuber yield and growth analysis of potato under moderate and severe drought condition. Journal of Plant Sciences 2(5) : 201-208.
- Asandhi, A.A dan N. Gunandhi. 1989. Syarat Tumbuh Tanaman Kentang. Dalam A.A Ashandi, Suhardi dan Z. Abidin (eds). Kentang. Balai Penelitian Hortikultura Lembang, Bandung.
- Beetge, L. and K. Kruger. 2019. Drought and heat waves associated with climate change affect performance of the potato aphid *Macrosiphum euphorbiae*. Scientific Reports 9(3465) : 1-9.
- Dahal, K., X. Li, H. Tai, A. Creelman, and B. Bizimungu. 2019. Improving stress tolerance and tuber yield under a climate change scenario - a current overview. Frontiers in Plant Science 10(563) : 1-16.
- Hamdani, J.S., Sumadi., Suriadinata, Y.R., dan Martins,L. 2016a. Pengaruh naungan dan zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kentang kultivar Atlantik di dataran medium. J. Agron. Indonesia. 44 (1):33-39.
- Hamdani, J.S., Kusumiyati, dan Yayat Rochayat. 2016b. Growth and yield of cultivar Atlantic potato in edium altitude with paclobutrazol and different amount of watering. Asian J. Crop Sci. 8 (3) : 103-108.
- Hamdani, J.S., Kusumiyati, dan Syariful Mubarok. 2018a. Effect of shading net and interval of watering increase plant growth and yield of potatoes 'Atlantic'. J. Applied Sci., 18 (1) : 19-24.
- Hamdani, J. S., A. Nuraini, and S. Mubarok. 2018b. The use of paclobutrazol and shading net on growth and yield of potato 'Medians' tuber G2 in medium land of Indonesia. Journal of Agronomy 17(1) : 62-67.
- Hamdani, J. S., Dewi, T. P., & Sutari, W. (2019). Pengaruh komposisi media tanam dan waktu aplikasi zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan dan hasil benih kentang (Solanum tuberosum L.) G2 kultivar medians di dataran medium Jatinangor. Kultivasi, 18(2), 875-881.
- Haryati, U. 2014. Teknologi irigasi suplemen untuk adaptasi perubahan iklim pada pertanian lahan kering. Jurnal Sumberdaya Lahan Vol. 8 No.1 ; 43-57.
- Ichsan, C.N., Erida N., dan Saljuna. 2012. Respon aplikasi dosis kompos dan interval penyiraman pada pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Jurnal Agrista Vol. 16 No. 2 :94-107.
- Kesiime, V. E., G. Tusiime, I. N. Kashaija, R. Edema, P. Gibson, P. Namugga, and R. Kakuhenzire. 2016. Charaterization and evaluation of potato genotypes (*Solanum tuberosum* L) for tolerance to drought in Uganda. American Journal of Potato Research 93(1) : 543-551.
- Li, W., B. Xiong, S. Wang, X. Deng, L. Yin, and H. Li. 2016. Regulation effects of water and nitrogen on the source-sink relationship in potato during the tuber bulking stage. Plos One 11(1) : 1-18.
- Lugojan C. and Ciulca S. 2011. Evaluation of relative water content in winter wheat. J. Hortic. Fores. Biotechnol. 15: 173-177
- Martin, R. J., P. D. Jamieson, D. R. Wilson, and G. S. Francis. 1992. Effects of soil moisture deficits on yield and quality of 'Russet Burbank' potatoes. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Sciences 20(1) : 1-9.
- Meng, F., M. Peng, H. Pang and F. Huang. 2014. Comparison of photosynthesis and leaf ultrastructure on two black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). Biochemical Systematics and Ecology 55(1) : 170-175.
- Nuraini, A., Sumadi, S. Mubarok and J.S. Hamdani 2018. Effects of Application Time and Concentration of Paclobutrazol on the Growth and Yield of Potato Seed of G2 Cultivar Medians at Medium Altitude. J.Agron. 17(3) 169-173.
- Prabaningrum, L., Moekasan, T. K., Sulatrini, I., Handayani, T., Sahat, J. P., Sofiari, E., & Gunadi, N. (2014). Teknologi Budidaya Kentang di Dataran Medium. Balai Penelitian Tanaman Sayuran
- Purwanto, E., Samanhudi, and Y. Effendi. 2017. Response of some upland rice varieties to drought stress. Tropical Drylands 1(2) : 69-77.
- Ressie, M. L., M. L. Mullik, dan T. D. Dato. 2018. Pengaruh pemupukan dan interval

- penyiraman terhadap pertumbuhan dan produksi rumput gajah odot (*Pennisetum purpureum* cv Mott). Jurnal Sains Peternakan Indonesia Vol. 13, No. 2 : 182-189.
- Samadi, B. 1997. Usaha Tani Kentang. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Saputra, I. 2016. Aplikasi biochar dan urea terhadap beberapa sifat fisika tanah serta pertumbuhan dan produksi kentang. Agrosamudra. Jurnal Penelitian Vol. 3 No. 1
- Simanungkalit, R. D. M., Didi, A. S., Rasti, S., Diah, S., dan Wiwik, H. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Jawa Barat.
- Simarmata, T. 2005. Respons tanaman kentang kultivar Panda terhadap pupuk organik olahan dan pupuk NPK lengkap di Kamojang Majalaya. J. Agrisains 6(3) : 121-127.
- Sumartono, G.H., dan Eni Sumarni. 2013. Pengaruh suhu media tanam terhadap pertumbuhan vegetatif kentang hidroponik di dataran medium tropika basah. Agronomika Vol. 13, No. 1 : 1-9.
- Sutari, W., Sumadi, A. N., & Hamdani, J. S. (2018). Research Article Growing Media Compositions and Watering Intervals on Seed Production of Potatoes G2 Grown at Medium Altitude. Asian J. Crop Sci, 10 (4), 190-197
- Tampubolon, A., Ali I., dan Fauziyah H. 2017. Pengaruh interval pemberian air terhadap pertumbuhan dan perkembangan bayam (*Amaranthus spinosus*). Prosiding Seminar Nasional III Biologi dan Pembelajarannya Universitas Negeri Medan : 171-177.
- Vreugdenhil, D..2007. Potato Biology and Biotechnology Advances and Perspectives. Elsevier Ltd. All rights reserved, Amesterdam, The Netherlands.
- Yan, W., S. Zheng, Y. Zhong, and Z. Shangguan. 2017. Contrasting dynamics of leaf potential and gas exchange during progressive drought cycles and recovery in *Amorpha fruticosa* and *Robinia pseudoacacia*. Scientific Reports 7(4470) : 1-12.
- Yordanov, I., V. Velikova, and T. Tsonev. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance. Bulgarian Journal of Plant Physiology Januari 2003(1) : 187-206.
- Zegada-Lizarazu, W. and A. Moti. 2019. Deep root growth, ABA adjustments and root water uptake response to soil water deficit in giant red. Annals of Botany 124(4) : 605-615.
- Zhao, Y. Y., F. Yan, L. P. Hu, X. T. Zhou, Z. R. Zhou, and L. R. Cui. 2015. Effects of exogenous 5-aminolevulinic acid on photosynthesis, stomatal conductance, transpiration rate, and PIP gene expression of tomato seedlings subject to salinity stress. Genetics and Molecular Research 14(2) : 6401-6412.

Amien, S. · D.N. Aji · T. Mamluatul

Multiplikasi cepat tunas tiga aksesi stevia secara *in vitro*

Abstrak. Stevia (*Stevia rebaudiana* (Bertoni)) telah menjadi pelengkap untuk memenuhi kebutuhan bahan pemanis yang terus meningkat di Indonesia. Jumlah varietas unggul Stevia di Indonesia masih terbatas. Keterbatasan ini perlu diimbangi dengan metode pertumbuhan yang cepat. Multiplikasi tunas merupakan salah satu metode dalam kultur jaringan yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan cepat bibit Stevia. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh respon aksesi-aksesi stevia terhadap multiplikasi tunas stevia pada komposisi media berbeda. Penelitian telah dilaksanakan dalam dua tahap percobaan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang masing-masing terdiri atas dua faktor. Percobaan pertama terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah tiga aksesi stevia yakni aksesi Bogor, Garut dan Tawangmangu dan faktor kedua adalah jenis sitokinina yakni tanpa sitokinina (kontrol), Zeatin, Kinetin, TDZ, 2-IP dan BA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aksesi Stevia Garut memberikan respon paling baik dalam multiplikasi tunas dan BA merupakan jenis sitokinina yang paling efektif untuk multiplikasi tunas pada media DKW. Konsentrasi BA 1 mgL^{-1} merupakan konsentrasi paling efektif dalam multiplikasi tunas stevia. Jumlah tunas yang dihasilkan 7,45 tunas. Aksesi Tawangmangu menunjukkan respon paling baik untuk tinggi tunas dengan penambahan Zeatin $1,5 \text{ mgL}^{-1}$ dengan tinggi tunas rata-rata 8,2 cm. Pertumbuhan akar terbaik diperoleh dari media DKW tanpa penambahan BA untuk aksesi Garut yaitu dengan rata-rata 10,52 akar.

Kata kunci: Stevia · Aksesi · Benzyl Adenin · Multiplikasi · In vitro

Rapid shoot multiplication of three stevia accession *in vitro*

Abstract. Stevia (*Stevia rebaudiana* (Bertoni)) has become a complement to the growing demand for sweeteners in Indonesia. The number of superior varieties of Stevia in Indonesia is still limited. This limitation needs to be solved with a fast propagation method. Shoot multiplication is a method in tissue culture that can be used for rapid propagation of Stevia seeds. This study aims to obtain the response of stevia accessions to the multiplication of stevia shoots at different media compositions. This research comprised two experiments arranged in completely randomized design with factorial pattern and two factors in each experiment. The first experiment, first factor was three accession of stevia, i.e. Bogor accession, Garut accession and Tawangmangu accession. The second factor was the use of cytokinins i.e. without cytokinins (control), Zeatin, Kinetin, TDZ, 2-IP and BA. The second experiment, second factor was concentration of Benzyl Adenine (BA) i.e. BA 0 mgL^{-1} (control), BA 0.15 mg L^{-1} , BA 0.5 mgL^{-1} , BA 1 mgL^{-1} , BA 1.13 mgL^{-1} and BA 1.5 mgL^{-1} . Each treatment was replied five times. The results showed that Stevia Garut accession gave the best response in shoot multiplication and BA was the most effective type of cytokinin for shoot multiplication on DKW media. The concentration of BA 1 mgL^{-1} is the most effective concentration in the multiplication of stevia shoots. The number of shoots produced was 7.45 shoots. Tawangmangu accession showed the best response to shoot height with the addition of Zeatin 1.5 mgL^{-1} with an average shoot height of 8.2 cm. The best root growth was obtained from DKW media without the addition of BA for Garut accession with an average of 10.52 roots.

Keywords: Stevia · Accession · Benzyl Adenin · Multiplication · In vitro

Diterima : 17 September 2020, Disetujui : 25 Desember 2020, Dipublikasikan : 31 Desember 2020
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.29468>

Amien, S.¹ · D.N. Aji¹ · T. Mamluatul²

¹⁾Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran,

²⁾Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Padjadjaran,

Kontak korespondensi; suseno@unpad.ac.id

Pendahuluan

Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) merupakan sumber pemanis rendah kalori. Stevia telah menjadi pelengkap untuk memenuhi kebutuhan bahan pemanis yang terus meningkat di Indonesia. Sumber pemanis utama sampai saat ini berasal gula dari tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). Badan Pusat Statistik (2020) mencatat persentase nilai impor gula Indonesia pada bulan Agustus 2020 terus naik dibandingkan dengan bulan-bulan sebelumnya. Oleh karena itu, pemanis dari tanaman Stevia berperan penting untuk melengkapi kebutuhan pemanis untuk keperluaan sehari-hari maupun industri makanan dan minuman.

Keunggulan stevia antara lain mengandung senyawa glikosida dan antioksidan, tidak mengandung kalori, kadar kemanisannya mencapai 200-300 kali lebih manis dibanding pemanis non kalori lainnya (Ojha *et al.*, 2010; Thomas and Glade, 2010). Penggunaan stevia sebagai bahan pemanis telah diakui keamanannya oleh beberapa lembaga diantaranya *World Health Organization Expert Committee in Food Additives 2005* dan *Food and Drug Admission United State of America (US FDA)* dengan label GRAS (*Generally Recognized as Safe*) (Anton *et al.*, 2010).

Varietas unggul merupakan kunci penting dalam pengembangan stevia di Indonesia. Jumlah varietas unggul Stevia di Indonesia masih terbatas. Keterbatasan ini perlu diimbangi dengan metode perbanyakan yang cepat, baik melalui biji maupun setek. Perbanyakan melalui biji terbatas karena daya kecambah biji Stevia yang rendah dan merupakan masalah dalam budidaya Stevia (Ucar *et al.*, 2016). Hasil penelitian Miyazaki and Watanabe (1974), bahkan melaporkan daya berkecambah benih stevia sangat rendah yakni kurang dari 10%, sehingga perbanyakan stevia lebih banyak dilakukan secara vegetatif dengan menggunakan stek batang. Namun, perbanyakan melalui setek terbatas pada tanaman induk yang menjadi sumber perbanyakan.

Kultur jaringan merupakan sebuah metode dan teknik dalam menumbuhkan sel, jaringan dan organ yang diisolasi dari tanaman induk dalam kondisi aseptik dan media yang terkontrol (Pande and Gupta, 2013).

Keberhasilan penerapan teknologi kultur jaringan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu genetik, hormon, fisiologi jaringan induk dan kondisi pertumbuhan tanaman induk, Zat Pengatur Tumbuh (ZPT), dan nutrisi dalam media (Neuman *et al.*, 2009; Lestari, 2011). Multiplikasi tunas merupakan salah satu metode dalam kultur jaringan yang dapat dimanfaatkan untuk perbanyak cepat bibit Stevia. Metode multiplikasi tunas dapat menghasilkan planlet dengan konstitusi genetik yang sama dengan tanaman induk yang dijadikan sumber eksplan. Metode multiplikasi tunas telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan variasi medium dasar dan ZPT yang berbeda (Sinta dan Sumaryono, 2011; Nower, 2014; Bhingradiya *et al.*, 2016). Youssef *et al.* (2010) telah meneliti multiplikasi tunas menggunakan eksplan dengan latar belakang genetik berbeda dan media dasar yang digunakan pada tanaman Stevia.

Aksesi-aksesi hasil eksplorasi antara lain adalah aksesi Bogor, aksesi Garut dan aksesi Tawangmangu terus dikembangkan sebagai bahan tetua untuk perakitan varietas unggul Stevia. Setelah varietas unggul Stevia diperoleh, produksi benih maupun bibit merupakan tahap yang harus dilalui, sehingga varietas unggul dapat sampai ke petani. Setiap aksesi dengan latar genetik berbeda akan memberikan respon yang berbeda terhadap media dengan komposisi yang sama. Suatu genotip jika di tanam dalam media dengan komposisi berbeda, akan memiliki respon berbeda untuk setiap aksesi yang sama. Interaksi antar aksesi dengan latar belakang genetik berbeda dan media menjadi kajian penting untuk melihat respons setiap aksesi terhadap medium untuk setiap komponen pertumbuhan yang diamati termasuk multiplikasi tunas. Fatih *et al.* (2017) melaporkan terdapat interaksi antara eksplan tunas Stevia dari genotip berbeda (*Bafra* dan *Chinese*) dan media MS yang diberikan Benzyl Amino Purin (BAP) berturut-turut 1 mg.L^{-1} dan $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh aksesi terbaik untuk multiplikasi tunas terhadap ZPT yang diberikan pada medium.

Bahan dan Metode

Eksplan tunas yang digunakan berasal dari planlet dari botol kultur yang telah dikulturkan

sebelumnya. Tinggi tunas yang dikulturkan setinggi 1 cm dan memiliki 2 helai daun. Tunas diambil dari stevia aksesi Bogor, Garut, dan Tawangmangu. Tunas dikulturkan dalam medium Driver dan Kuniyuki Walnut (DKW) dengan penambahan sukrosa 30 g.L⁻¹. Pengukuran pH medium dilakukan pada skala 5,8. Medium kemudian dipanaskan sambil diaduk dengan menggunakan *Magenetic Stirer*, kemudian setelah homogen dituangkan ke dalam botol kultur sebanyak 10 mL per botol. Sterilisasi medium menggunakan Autoclave selama 20 menit dihitung setelah tekanan mencapai 1 atmosfir dan suhu mencapai 121°C.

Penelitian ini menerapkan metode percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor (faktorial). Pada percobaan pertama, faktor pertama adalah aksesi stevia (A) yang terdiri dari tiga taraf yaitu a_1 : stevia aksesi Bogor, a_2 : stevia aksesi Garut, dan a_3 : stevia aksesi Tawangmangu. Faktor kedua adalah jenis sitokinin (S), yang terdiri dari 6 taraf yaitu tanpa sitokinin (kontrol), Zeatin, Kinetin, Thidiazuron (TDZ), 2-isopentenil Adenin (2-IP), dan Benzil Adenin (BA). Pada semua medium yang digunakan ditambahkan IAA sebesar 0,15 mg.L⁻¹. Pada percobaan kedua, faktor pertama adalah aksesi stevia (A) yang terdiri dari tiga taraf yaitu a_1 : stevia aksesi Bogor, a_2 : stevia aksesi garut, dan a_3 : Stevia aksesi tawangmangu. Faktor kedua adalah konsentrasi BA (B) dengan 6 taraf yaitu 0 mg.L⁻¹ (kontrol), 0,15 mg.L⁻¹, 0,5 mg.L⁻¹, 1 mg.L⁻¹, 1,13 mg.L⁻¹, 1,5 mg.L⁻¹. Setiap perlakuan terdiri dari lima botol kultur (ulangan) dengan tiga satuan pengamatan per ulangan.

Tunas dalam botol kultur disimpan dalam ruang kultur dengan suhu 24-26 °C dan kelembaban relatif 70-75%. Lama penyinaran 16 jam per hari. Lampu yang digunakan adalah lampu TL (*Tubular Lamp*) dengan rata-rata penyinaran 1860 lux. Ruang kultur secara rutin disemprot dengan alkohol 70% dua kali dalam seminggu untuk menghindari terjadinya kontaminasi yang berasal dari ruang kultur.

Pengamatan dilakukan delapan minggu setelah kultur meliputi jumlah tunas, tinggi tunas dan jumlah akar. Data yang diperoleh diolah menggunakan SPSS versi 17 untuk menganalisis keragaman (*Analysis of variance*). Uji lanjut dilakukan apabila terdapat perbedaan faktor perlakuan yang nyata dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan dengan tingkat kepercayaan $\alpha \leq 0,05$.

Hasil dan Pembahasan

Jumlah tunas. Pada karakter jumlah tunas tidak terdapat interaksi antara aksesi Stevia dan jenis sitokinin. Jumlah tunas tertinggi diperoleh pada media DKW yang ditambahkan BA 1,5 mg.L⁻¹ dibandingkan dengan media yang ditambahkan Zeatin, Kinetin, TDZ dan 2IP berturut-turut sebesar 1,5 mg.L⁻¹ serta pada media tanpa sitokinin (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata jumlah tunas stevia dalam jenis sitokinin berbeda.

Sitokinin	Jumlah Tunas
Kontrol	1,00 a
Zeatin	2,17 b
Kinetin	2,33 b
TDZ	2,67 b
BA	6,00 c
2IP	2,33 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Penambahan BA pada medium DKW menghasilkan rata-rata 6 tunas dan yang media tanpa sitokinin menghasilkan 1 tunas dalam waktu empat minggu setelah kultur. Penambahan sitokinin diperlukan untuk menginduksi tunas dalam waktu 4 minggu setelah tanam. Penelitian yang dilakukan oleh Sinta dan Sumaryono (2011) mengungkapkan bahwa tunas berhasil diperoleh sebanyak 3,6 tunas per eksplan pada media Murashige dan Skoog (MS) dengan menambahkan 0,45 mg.L⁻¹ BA, sedangkan penambahan BA 1,13 mg.L⁻¹ dan IAA 0,35 mg/L pada media menaikkan jumlah tunas menjadi 4,5 tunas per eksplan. Bhingradiya et al. (2016) memperoleh 5,8 tunas setelah kultur pada medium MS yang ditambahkan BAP 0,5 mg.L⁻¹ dan NAA 0,05 mg.L⁻¹. Nower (2014) melaporkan penggunaan media MS dengan komposisi BA 1,0 mg.L⁻¹ menunjukkan hasil paling baik dalam multiplikasi tunas stevia. Variasi ZPT yang diberikan pada media akan menhasilkan tunas dengan jumlah berbeda. Penggunaan media DKW dalam percobaan ini menjadi bagian penting bahwa medium DKW memiliki komposisi berbeda dengan media MS. Hasil penelitian Alhafiizh dan Ermayanti (2019) menunjukkan bahwa jumlah tunas lateral pada

media DKW lebih tinggi dibandingkan pada media MS. Pada media DKW dengan penambahan 1 mg.L⁻¹ BAP diperoleh rata-rata 8,9 tunas dalam waktu 6 minggu stelah kultur. Eksplan yang digunakan adalah Stevia tetraploid. Oleh karena itu, upaya penggunaan ZPT BAP, maupun ZPT lainnya dan eksplan dengan latar belakang genetik berbeda perlu diteliti lebih lanjut pada media DKW.

Percobaan lebih lanjut telah dilakukan untuk mengetahui respons tiga aksesi Stevia terhadap medium DKW dengan konsentrasi BA berbeda, berturut-turut adalah 0,15 mg.L⁻¹, 0,5 mg.L⁻¹, 1 mgL⁻¹, 1,13 mg.L⁻¹ dan 1,5 mg.L⁻¹ (Tabel 2). Hasil percobaan menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara aksesi Stevia dan konsentrasi BA.

Pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa jumlah tunas tertinggi diperoleh pada media yang mengandung BA 1 mg.L⁻¹ pada aksesi stevia Garut dibandingkan dengan aksesi Bogor dan Tawangmangu. Jumlah tunas yang dihasilkan dari eksplan aksesi Garut sebesar 7,45 tunas.

Aksesi stevia Garut pada perlakuan BA 1 mg.L⁻¹ dan BA 1,13 mg.L⁻¹ jumlah tunas lebih tinggi daripada medium tanpa BA, pada media dengan BA 0,15 mg.L⁻¹, BA 0,5 mg.L⁻¹, dan 1,5 mg.L⁻¹. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan dimana aksesi Garut menunjukkan respons terbaik dibanding aksesi lainnya.

Hasil ini juga sejalan dengan penelitian yang telah dilaporkan oleh Nower (2014) dimana konsentrasi BA 1 mg.L⁻¹ merupakan konsentrasi terbaik untuk multiplikasi tunas stevia. Perlakuan BA 1 mg.L⁻¹ juga menunjukkan respons terbaik dalam hal perbanyak tunas (Sikdar et al., 2012). Pola pertumbuhan tunas dari eksplan aksesi Bogor, Garut, dan Tawangmangu dapat dilihat pada Gambar 1.

Tinggi Tunas. Pada karakter tinggi tunas terdapat interaksi antara aksesi Stevia dan jenis sitokinin. Berdasarkan hasil uji Duncan menunjukkan bahwa aksesi Bogor dan Garut yang dikulturkan di media yang mengandung Kinetin sebesar 1,5 mg.L⁻¹ menghasilkan tinggi

Tabel 2. Jumlah tunas dari eksplan stevia pada media dengan konsentrasi benzyl adenine berbeda.

Aksesi	Benzyl Adenine (mgL ⁻¹)				
	0	0,15	0,5	1	1,13
Bogor	1,37 a	2,13 a	2,19 a	5,86 b	5,57 b
	A	AB	A	A	A
Garut	1,93 ab	1,37 a	2,92 ab	7,45 c	6,50 c
	A	A	A	A	A
Tawangmangu	1,56 a	2,56 b	2,37 a	4,88 b	4,75 c
	A	B	A	A	A

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama (huruf kapital arah horizontal dan huruf kecil arah vertikal) tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf nyata 5%



Gambar 1. Pola Pertumbuhan Tunas Stevia pada media DKW dengan penambahan BA. Perlakuan Jenis Sitokinin (atas) dan Perlakuan Penambahan Konsentrasi BABAberbeda (bawah). Aksesi Bogor (a, d, g, j), Aksesi Garut (b, e, h, k), serta Aksesi Tawangmangu (c, f, i, l).

tunas paling tinggi daripada medium DKW yang mengandung Zeatin, TDZ, BA dan 2-IP. Tinggi tunas rata-rata dari eksplan aksesi Bogor pada media DKW dengan Kinetin sebesar 1,5 mg.L⁻¹ adalah 8,15 dan dari aksesi Garut rata-rata tinggi tunas adalah 8,0 cm. Sejalan dengan hasil penelitian Shatnawi *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa tunas stevia yang dikultur pada media MS + IBA 0,2 ppm yang ditambahkan Zeatin 1,5 ppm menghasilkan tunas yang lebih tinggi yaitu 46 mm dibandingkan dengan penambahan kinetin atau BA pada media tersebut. Zayova *et al.* (2013) juga menunjukkan bahwa stevia yang dikultur pada media MS yang ditambahkan Zeatin 1 ppm + IAA 0,1 ppm mampu menginduksi tunas stevia lebih baik dari pada media MS yang ditambahkan TDZ 1 ppm + IAA 0,1 ppm.

Tabel 4. menunjukkan rata-rata tinggi tunas Stevia pada media dengan konsentrasi BA yang berbeda. Tinggi tunas pada media DKW tanpa

BA sampai BA 1,13 mg.L⁻¹ menghasilkan tunas lebih tinggi dari pada media DKW yang mengandung BA 1,50 mg.L⁻¹. Konsentrasi BA di atas BA 1,13 mg.L⁻¹ menghasilkan tinggi tunas lebih rendah.

Tabel 4. Rata-rata tinggi tunas stevia dalam konsentrasi benzyl adenine berbeda.

Konsentrasi Benzyl Adenine (mgL ⁻¹)	Tinggi Tunas
0,00	8,65 b
0,15	8,75 b
0,50	8,57 b
1,00	8,32 b
1,13	7,76 ab
1,50	7,36 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf nyata 5%

Tabel 3. Rata-rata tinggi tunas stevia dalam jenis sitokinin berbeda.

Sitokinin/ Aksesi	Kontrol	Zeatin	Kinetin	TDZ	BA	2IP
Bogor	2,80f	7,60abc	8,15a	6,60e	7,35bcd	7,85ab
	A	A	A	A	A	A
Garut	2,90f	7,55abc	8,00a	7,05cd	6,85de	7,9ab
	AB	AB	AB	AB	AB	AB
Tawangmangu	2,40f	8,20a	5,00e	5,90d	7,40bc	8,00ab
	AB	AB	AB	AB	AB	AB

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama (huruf kecil arah horizontal dan huruf besar arah vertikal) tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Tabel 5. Rata-rata jumlah akar stevia dengan penambahan konsentrasi benzyl adenine berbeda tujuh minggu setelah tanam.

Aksesi	Benzyl Adenine (mg/L)					
	0	0,15	0,5	1	1,13	1,5
Bogor	7,57 B	0,00 A				
	a	a	a	a	a	a
Garut	10,52 B	0,00 A				
	b	a	a	a	a	a
Tawangmangu	7,01 B	0,00 A				
	a	a	a	a	a	a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama (huruf kapital arah horizontal dan huruf kecil arah vertikal) tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf nyata 5%.

Konsentrasi BA yang tinggi akan menurunkan tinggi tunas. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Alhady (2011) bahwa penambahan konsentrasi BA yang rendah akan meningkatkan elongasi tunas.

Jumlah akar. Penambahan BA menunjukkan respons pertumbuhan jumlah tunas terbaik namun pada karakter jumlah akar tidak dijumpai adanya respon pertumbuhan akar. Hal ini karena penambahan BA dapat menghambat pembentukan akar. Pertumbuhan akar tidak didapatkan pada perlakuan dengan penambahan BA (Fatima and Khan, 2010). Pertumbuhan akar baru didapat pada perlakuan dengan penambahan IAA 1 mg.L⁻¹ + BA 1 mg.L⁻¹ (Taleie et al., 2012).

Interaksi antara konsentrasi BA dan jenis aksesi stevia terhadap jumlah akar stevia dapat dilihat pada perlakuan kontrol dengan konsentrasi BA 0 mg/L (Tabel 5).

Pada perlakuan BA 0 mg.L⁻¹ rata-rata jumlah akar aksesi stevia Garut lebih tinggi dibandingkan dengan aksesi Tawangmangu dan aksesi Bogor. Hal ini menunjukkan aksesi stevia pada perlakuan BA 0 mg.L⁻¹ dapat mempengaruhi besarnya jumlah akar stevia. Jumlah akar stevia paling banyak ditunjukkan oleh perlakuan BA 0 mg.L⁻¹ pada aksesi stevia Garut dengan rata-rata 10,52 akar dan berbeda nyata dengan aksesi Bogor dan Tawangmangu.

Kesimpulan

Aksesi Stevia Garut memberikan respon paling baik dalam multiplikasi tunas dan BA merupakan jenis sitokinin yang paling efektif untuk multiplikasi tunas pada media DKW. Konsentrasi BA 1 mgL⁻¹ merupakan konsentrasi paling efektif dalam multiplikasi tunas stevia.

Aksesi Tawangmangu menunjukkan respon paling baik untuk tinggi tunas dengan penambahan Zeatin 1,5 mg.L⁻¹. Pertumbuhan akar terbaik diperoleh dari media DKW tanpa penambahan BA untuk aksesi Garut yaitu dengan rata-rata 10,52 akar.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat

Universitas Padjadjaran yang telah mendanai sebagian penelitian ini, juga semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Alhady, M. 2011. Micropropagation of *Stevia rebaudiana* Bertoni. A new sweetening crop in Egypt. Glob. J. Biotechnol. Biochem. 6:178-182.
- Alhafizh, E. dan Ermayanti, T.M. 2019. Perbanyak Stevia rebaudiana Bertoni Tetraploid secara In Vitro pada berbagai Jenis Media Dasar dengan penambahan BAP. Prosiding Seminaar Nasional Agroteknologi 2019. Jurusan Agroteknologi Universitas Islam negeri Sunan Gunung Djati Bandung.
- Anton, S. D., C. K. Martin, H. Han, S. Coulon, W. T. Celafu, P. Geiselman and D. A. Williamson. 2010. Effect of Stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety and postprandial glucose and inBhingBhsulin levels. Appetite 55: 37-43.
- Badan Pusat Statistik. 2020. STASTIK INDONESIA 2020. Badan statistik Indonesia. Jakarta . Nomor Katalog:1101001
- Bhinggradiya, V, Mankad, A, Patel, R dan Mathur, S. 2016. In vtiro shoot multiplication of Stevia rebaudiana (BETT) Through Plant Tissue Culture. Int. J. Adv. Res. 4(11), 2300-2307.
- Fatih, S., Emine, Y and Aysel Ozcan. 2017. In Vitro Multiplication of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Genotypes by Using Defferent Explants. Int. J. Crop and Tech. Vol. 3 (2) 36-41.
- Fatima, A. and S. J. Khan. 2010. Some factors affecting the in ivtro growth of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Iranian J. of Plant Physiology. 1: 61-68
- Lestari, E. G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam perbanyak tanaman melalui kultur jaringan. Agrobiogen 7: 63-68.
- Miyazaki, Y. and H. Watanabe. 1974. Studies on the cultivation of *Stevia rebaudiana* Bertoni; on the propagation of the plant. Japan J. Tropical Agriculture 17: 154-157.
- Neuman, K. H., A. Kumar and J. Imani. 2009. Plant Cell and Tissue Culture - A Tool in Biotechnology. Springer, Berlin, Germany.
- Nower, A.A. 2014. In Vitro Propagation and

- Synthetic Seeds Production: An Efficient Methods for *Stevia rebaudiana* Bertoni. Sugar Tech 16(1): 100–108.
- Ojha, A., V. N. Sharma and V. Sharma. 2010. An efficient protocol for in vitro clonal propagation of natural sweetener plant (*Stevia rebaudiana* Bertoni). 4: 319–321.
- Pande, S. S. and P. Gupta. 2013. Plant tissue culture of *Stevia rebaudiana* (Bertoni): A review. J. Pharmacognosy and Phytotherapy. 5: 26–33.
- Shatnawi, M. A., R.A. Shibli, S.M. Abu-Romman, M.S. Al-Mazra'awi, A.I. Al Ajlouni, W.A. Shatanawi, W.H. Odeh. 2011. Clonal propagation and cryogenic storage of the medicinal plant *Stevia rebaudiana*. Spanish Journal of Agricultural Research 9(1): 213-220.
- Sikdar, S. U., N. Zobayer, F. Azim, M. Ashafuzzaman and S. H. Prodhan. 2012. An efficient callus initiation and direct regeneration of *Stevia rebaudiana*. African J. Biotechnology. 11: 10381–10387.
- Sinta, M. M. dan Sumaryono. 2011. Peningkatan laju multiplikasi tunas dan keragaan planlet *Stevia rebaudiana* pada kultur in vitro. Menara Perkebunan. 79: 49–56.
- Taleie, N., S. Hamidoghli and Y. Hamidoghli. 2012. In vitro planlet propagation of *Stevia rebaudiana* Bertoni. South Western J. of Horticulture, Biology and Environment. 3:99-108
- Thomas, J. E. and M. J. Glade. 2010. Stevia: it's not just about calories. Open Obes Journal. 2:101-109.
- Ucar, E., OZYIGIT, Y. And Turgut, K. 2016. Effects of Light and Temperature on Germination of Stevia (*Stevia rebaudiana* BERT.) Seed. Turk J. Agric Res (2016) 3:37-40.
- Youssef, M., A. James, A. Mayo-mosqueda, J. R. Ku-cauich, R. Grijalva-arango and R. M. Escobedo-gm. 2010. Influence of genotype and age of explant source on the capacity for somatic embryogenesis of two Cavendish banana cultivars (*Musa acuminata* Colla , AAA). J. Biotechnology. 9: 2216–2223.
- Zayova, E., Ira S, Maria G, Maria P dan Lyudmila D. 2013. Antioxidant Activity of In Vitro Propagated *Stevia rebaudiana* Bertoni Plants of Different Origins. Turkish Journal of Biology. 37 : 106-113.