

Volume 3, Nomor 2, 2019

PISSN : 2615-2207 / EISSN : 2579-843X

AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian



<http://agrosainstek.ubb.ac.id>

AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Volume 3, Nomor 2, 2019

PISSN : 2615-2207

EISSN : 2579-843X

DAFTAR ISI (CONTENT)

Evaluasi Karakter Agro-Morfologi pada 20 Genotipe Hasil Seleksi Temu Hitam (<i>Curcuma aeruginosa</i> Roxb.) <i>Waras Nurcholis, Hartanti, Suryani, Bambang Pontjo Priosoeryanto</i>	42-51
Respons Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) dengan Pemberian Teh Kompos Bulu Ayam pada Sistem Hidroponik <i>Alfi Rianti, Riwan Kusmiadi, Rion Apriyadi</i>	52-58
Karakterisasi Karakter Fisiologi Genotipe-Genotipe F ₂ Padi Ketan dengan Kemampuan Recovery setelah Infeksi Tungro <i>Emma Komalasari, Fitri Widiyanti, Santika Sari, Nono Carsono</i>	59-64
Pengaruh Pelapisan Kitosan dan Perlakuan Pengemasan terhadap Masa Simpan Brokoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Italica</i>) <i>Niken Ayu Setyaputri, Theresa Dwi Kurnia</i>	65-72
Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Karakter Agronomi Galur-Galur sawi (<i>Brassica juncea</i> L.) <i>Raihan Fadhl Muhammad, Budi Waluyo</i>	73-83
Peningkatan Mutu Fisiologis Benih Padi Lokal Jambi melalui Invigorasi <i>Suci Primilestari, Eva Salvia, Ambar Yuswi Perdani</i>	84-90
The Effects of Fertilizer Treatment, Rhizome Seed Size, and Day of Harvest in Java Turmeric (<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.) <i>Eko Binnaryo Mei Adi, Enung Sri Mulyaningsih</i>	91-97
Korelasi Antara Kandungan Karbohidrat, Protein, dan Lemak dengan Kompatibilitas Grafting Bibit Durian (<i>Durio zibethinus</i> Murr.) <i>Suharjo</i>	98-102



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Volume 3 ▪ Nomor 2 ▪ 2019

PISSN : 2615-2207

EISSN : 2579-843X

KETUA EDITOR (*EDITOR IN CHIEF*)

Gigih Ibnu Prayoga, S.P.,M.P.

ANGGOTA EDITOR (*EDITORIAL BOARD MEMBERS*)

Ropalia, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Deni Pratama, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Herry Martha Saputra, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Jakty Kusuma, S.P., M.P. (Politeknik Negeri Lampung)

Santika Sari, S.P., M.P. (Universitas Padjadjaran)

MITRA BESTARI (*REVIEWERS*)

Vira Kusuma Dewi, S.P., M.Sc., Ph.D. (Universitas Padjadjaran)

Budy Frasetya Taufik Qurrohman, S.TP., M.P. (Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati)

Dr. Tri Lestari, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Dr. Eries Dyah Mustikarini, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Dr.rer.nat. Ir. Agus Wijaya, M.Si. (Universitas Sriwijaya)

Dr. Sosiawan Nusifera, S.P., M.P. (Universitas Jambi)

Dr. Ismed Inonu, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Dr. Ratna Santi, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

PENERBIT (*PUBLISHER*)

Universitas Bangka Belitung

ALAMAT EDITOR (*EDITORIAL ADDRESS*)

Program Studi Agroteknologi

Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung

Gedung Semangat, Kampus Terpadu Balunijuk,

Desa Balunijuk Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka

E-mail: agrosainstek@gmail.com

AKREDITASI (*ACCREDITATION*)

Terakreditasi nasional peringkat SINTA 2 berdasarkan SK Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti Nomor: 36/E/KPT/2019

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Artikel Penelitian****Evaluasi Karakter Agro-Morfologi pada 20 Genotipe Hasil Seleksi Temu Hitam (*Curcuma aeruginosa* Roxb.)*****Evaluation of Agro-morphological Traits in 20 Genotypes Selected of *Curcuma aeruginosa* Roxb.*****Waras Nurcholis^{1,2*}, Hartanti¹, Suryani¹, Bambang Pontjo Priosoeryanto²**¹ Biokimia Pertanian, Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Dramaga, Bogor 16680² Pusat Studi Biofarmaka Tropika, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Institut Pertanian Bogor. Taman Kencana, Bogor 16128

Diterima: 27 Juni 2019/Disetujui: 24 Juli 2019

ABSTRACT

Study was aimed to evaluate different agro-morphological traits among twenty genotypes of *Curcuma aeruginosa* Roxb. and three varieties of *Curcuma zanthorrhiza* Roxb. Agro-morphological data traits were investigated based on qualitative and quantitative parameters from Protection of Plant Varieties and Farmers' Rights Authority (PPVFRA) descriptors with modification. All recorded data was analyzed through SPSS 16.0 and R 3.4.2 for ANOVA and similarity analysis, respectively. Significant differences ($P < 0.05$) were observed in the traits studied of the habit of the rhizome, the shape of the rhizome, length of primary rhizome, number of mother rhizome, plant height, pseudostem diameter, number of leaves, leaf length, and number of shoots. Hierarchical cluster analysis (HCA) classified the genotypes into three groups. The principal component analysis (PCA) were showed consistent with results of the HCA. The agro-morphological traits were used in this study could be used to distinguish in 20 genotypes of *C. aeruginosa* studied.

Keywords: *Curcuma aeruginosa*; Genetic diversity; Morphological trait; Multivariate analysis; Variety.**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi karakter agro-morfologi yang berbeda pada dua puluh genotipe temu hitam dan tiga varietas temulawak. Data karakter agro-morfologi dikarakterisasi berdasarkan parameter kualitatif dan kuantitatif sesuai deskriptor Protection of Plant Varieties and Farmers' Rights Authority (PPVFRA) yang dimodifikasi. Semua data dicatat dan dianalisis dengan menggunakan SPSS untuk ANOVA dan R 3.4.2 untuk analisis kemiripan. Habitus rimpang, bentuk rimpang, panjang rimpang primer, jumlah rimpang induk, tinggi tanaman, diameter batang semu, jumlah daun, dan jumlah anakan merupakan karakter yang menghasilkan keragaman signifikan ($P < 0.05$). Analisis kluster hirarki mengklasifikasi kemiripan genotipe ke dalam tiga kelompok. Hasil yang sama juga ditunjukkan berdasarkan analisis komponen utama. Dengan demikian, karakter agro-morfologi yang digunakan dapat membedakan 20 genotipe hasil seleksi temu hitam.

Kata kunci: Analisis multivariat; Karakter morfologi; Keragaman genetik; Temu hitam; Varietas.**1. Pendahuluan**

Temu hitam (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) merupakan salah satu tanaman herbal yang

memiliki khasiat aktivitas biologi yang cukup banyak. Minyak atsiri yang terkandung dalam rimpang temu hitam telah terbukti berkhasiat sebagai antimikroba (Akarchariya et al. 2017;

*Korespondensi Penulis.

E-mail : wnurcholis@apps.ipb.ac.id (W. Nurcholis)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v3i2.58>

Kamazeri et al. 2012), penghambat pertumbuhan rambut ketiak dan sebagai pemutih kulit (Srivilai et al. 2017). Suphrom et al. (2012) berhasil mengisolasi senyawa seskuiterpen yang berkhasiat sebagai anti-androgen. Ekstrak kloroform rimpang temu hitam memiliki kandungan terpen yang tinggi dibandingkan ekstrak methanol yang memiliki khasiat sebagai relaksan uterus (Thaina et al. 2009). Ekstrak etanol rimpang temu hitam terbukti berkhasiat dalam meningkatkan kadar trombosit, eritrosit, dan hematokrit sehingga potensial digunakan dalam menanggulangi penyakit demam berdarah (Moektiwardoyo et al. 2014).

Rimpang merupakan bagian tanaman temu hitam yang digunakan sebagai bahan baku pengobatan tradisional. Namun kualitas bahan baku masih terbatas informasinya karena sampai saat ini belum ada varietas temu hitam yang diusulkan ataupun dilepas. Upaya untuk mendapatkan bahan baku yang berkualitas telah dilakukan, yaitu melalui eksplorasi yang mendapatkan beberapa aksesori temu hitam yang diperoleh dari beberapa daerah di Indonesia. Parameter seleksi aksesori temu hitam dilakukan dengan cukup komprehensif yaitu berdasarkan pada beberapa karakter penting diantaranya warna biru rimpang, kandungan metabolit seperti fitokimia, fenolik, flavonoid, dan kurkuminoid, serta aktivitas farmakologi meliputi antioksidan dan sitotoksitas (Nurcholis et al. 2016a,b, 2017). Hasil seleksi tersebut telah mendapatkan 20 genotipe terbaik tanaman temu hitam. Karakter fenotipe sangat dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan dan interaksi antara genotipe dan lingkungan (Shahbazi 2019). Penelitian ini dilakukan pada lingkungan dan kondisi budidaya yang sama, sehingga jika terdapat keragaman merupakan refleksi genetik dari genotipe temu hitam yang dievaluasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi karakter agro-morfologi yang berbeda pada dua puluh genotipe temu hitam terpilih dibandingkan dengan tiga varietas temulawak sebagai tanaman obat satu jenis *Curcuma* sp.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 sampai dengan Juli 2018 di Kebun Unit Konservasi dan Budidaya Biofarmaka, Pusat Studi Biofarmaka Tropika, Cikabayan, Bogor (Latitude = 6°32'25.47" dan Longitude = 106°42'53.22") pada elevasi 142.60 m dpl. Rimpang yang digunakan sebagai bibit adalah genotipe terseleksi dari penelitian sebelumnya. Tanaman pembanding yang digunakan adalah 3 varietas temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb), yaitu Cursina 1, Cursina 2, dan

Cursina 3 yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor, Jawa Barat.

Lahan percobaan disiapkan dengan digemburkan terlebih dahulu dan dibuat 3 petakan ulangan. Pupuk kandang sapi dengan dosis 35 ton/ha (1.05 kg/tanaman) diberikan satu minggu sebelum penanaman. Dua puluh genotipe temu hitam dan tiga varietas temulawak ditanam berdasarkan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) faktor tunggal. Seluruh genotipe temu hitam dan tiga varietas temulawak, masing-masing ditanam 3 ulangan. Setiap ulangan terdiri atas 5 tanaman, sehingga terdapat 69 satuan percobaan dan 345 satuan amatan. Jarak tanam yang digunakan adalah 50 cm x 50 cm. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan, pembungkaran, pengendalian hama dan penyakit.

Pengamatan karakter agromorfologi dilakukan berdasarkan deskripsi *Curcuma longa* sesuai *Protection of Plant Varieties and Farmers' Rights Authority* (2011) yang dimodifikasi. Pengamatan dilakukan pada umur 150 hari atau 5 bulan setelah tanam (bst) dan setelah panen (9 bst). Pengamatan dilakukan terhadap karakter kualitatif dan kuantitatif tanaman. Karakter kualitatif yang diamati terdiri atas habitus batang semu, warna batang semu, panjang daun, pola urat daun, bentuk tipe daun, warna punggung daun, warna tulang daun, ungu tulang daun, warna biru rimpang, habitus rimpang, bentuk rimpang, panjang rimpang primer, jumlah rimpang induk, jarak antar ruas rimpang, dan status rimpang tersier. Karakter kuantitatif yang diukur adalah tinggi tanaman, diameter batang semu, jumlah helai daun, panjang daun, lebar daun, dan jumlah anakan.

Analisis statistik dilakukan dengan ANOVA berdasarkan RKLT dan diuji lanjut dengan Scott-Knott menggunakan program RStudio versi 1.1.456. Data non parametrik karakter agro-morfologi kualitatif dianalisis dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis dengan menggunakan SPSS versi 16.0. Kemiripan dan keragaman antara genotipe dianalisis menggunakan analisis multivariat yang terdiri atas analisis kluster hirarkis dengan *heatmap cluster*, analisis komponen utama, dan analisis korelasi dengan menggunakan *metaboanalyst* yang didasarkan pada program R (Chong & Xia 2018).

3. Hasil

Tabel 1 menunjukkan hasil karakterisasi agromorfologi kualitatif bagian batang semu dan daun dari 20 genotipe temu hitam dan 3 varietas temulawak. Berdasarkan uji Kruskal Wallis, karakter kualitatif batang semu dan daun

menunjukkan tidak berbeda nyata pada $p < 0.05$ antara genotipe dan varietas yang diamati. Keragaman karakter batang semu dan daun yang berbeda pada tanaman yang diamati tersaji pada Gambar 1. Secara umum, posisi daun (PD) tegak dan warna tulang daun (WTD) hijau (kecuali TH-IPB-07, hijau tua) sama pada seluruh tanaman yang diamati. Terdapat 12 genotipe temu hitam yang memiliki habitus batang semu rapat, sementara sisanya terbuka sama dengan varietas temulawak sebagai pembanding. Sebagian besar genotipe (14) memiliki karakter warna batang semu hijau sama dengan 3 varietas temulawak, sementara 6 genotipe sisanya memiliki warna ungu. Pada karakter pola urat daun, varietas temulawak memiliki pola urat daun jauh yang sama dengan 13 genotipe temu hitam, sementara sisanya (7 genotipe) memiliki pola yang dekat. Sebanyak 15 genotipe temu hitam memiliki karakter bentuk tipe daun gelombang yang sama dengan varietas temulawak, sementara sisa 5 genotipe memiliki bentuk daun yang rata. Untuk karakter warna punggung daun, sebagian besar genotipe (13) memiliki warna hijau, sementara 7 genotipe memiliki warna hijau tua. Sementara pada karakter ungu tulang daun, sebagian besar genotipe temu hitam (15 genotipe) memiliki ungu setengah panjang daun yang berbeda dengan varietas temulawak dengan ungu mencapai $\frac{3}{4}$ daun.

Karakterisasi agromorfologi rimpang secara kualitatif ditunjukkan pada Tabel 2, sementara pada Gambar 2 menunjukkan karakter bentuk kualitatif rimpang yang berbeda pada setiap tanaman yang diamati. Berdasarkan hasil uji Kruskal Wallis ($p < 0.05$) terdapat perbedaan yang signifikan terhadap habitus rimpang, bentuk rimpang, panjang rimpang primer, dan jumlah rimpang induk antara genotipe yang diamati. Sementara itu, karakter warna biru rimpang, jarak antar ruas rimpang, dan status rimpang tersier tidak berbeda nyata pada seluruh genotipe dan tanaman pembanding. Karakter habitus rimpang pada genotipe temu hitam umumnya adalah terbuka (15 dari 20 genotipe) yang berbeda dibandingkan dengan temulawak sebagai pembanding dengan bentuk rimpang medium. Sebagian besar genotipe temu hitam memiliki rimpang primer berbentuk kurva sedangkan 6 genotipe serta 2 varietas temulawak memiliki bentuk rimpang yang lurus. Dua genotipe temu hitam memiliki karakter rimpang primer yang panjang (>15 cm), 10 genotipe dan 1 varietas temulawak memiliki panjang medium (10-15 cm), 8 genotipe dan 2 temulawak pembanding memiliki rimpang primer yang pendek (<10 cm). Varietas temulawak memiliki karakter jumlah rimpang induk antara 1-5 dan 6-10 per rumpun, sementara pada temuhitam memiliki jumlah rimpang induk > 10 per rumpun pada 7 genotipe dan sisanya memiliki rimpang induk 6-10 per rumpun.

Habitus/warna batang semu



Ungu/terbuka
Ungu tulang daun



Hijau/rapat

Pola urat daun



Dekat



Jauh

Bentuk tipe daun



1/2



3/4



Bergelombang



Rata

Gambar 1. Keragaman karakter batang dan daun tanaman temu hitam

Tabel 1. Karakter kualitatif batang semu dan daun dari 20 genotipe temu hitam dan 3 varietas temulawak

Genotipe	Skoring Karakter Kualitatif							
	HBS	WBS	PD	PUD	BTD	WPD	WTD	UTD
TH-IPB-01	1	9	3	5	5	5	3	5
TH-IPB-02	1	9	3	5	5	3	3	5
TH-IPB-03	1	9	3	5	5	3	3	5
TH-IPB-04	1	9	3	3	3	5	3	5
TH-IPB-05	9	1	3	3	3	3	3	7
TH-IPB-06	9	1	3	3	3	3	3	7
TH-IPB-07	9	1	3	3	5	3	5	7
TH-IPB-08	1	9	3	5	5	5	3	5
TH-IPB-09	1	9	3	5	5	5	3	5
TH-IPB-10	1	9	3	5	5	3	3	5
TH-IPB-11	9	1	3	5	5	3	3	5
TH-IPB-12	1	9	3	5	3	3	3	5
TH-IPB-13	1	9	3	3	5	3	3	5
TH-IPB-14	9	1	3	3	5	3	3	7
TH-IPB-15	1	9	3	5	5	5	3	5
TH-IPB-16	1	9	3	5	5	3	3	5
TH-IPB-17	9	9	3	5	5	5	3	5
TH-IPB-18	9	1	3	3	3	5	3	7
TH-IPB-19	9	9	3	5	5	3	3	5
TH-IPB-20	1	9	3	5	5	3	3	5
CURSINA 1	9	9	3	5	5	5	3	7
CURSINA 2	9	9	3	5	5	3	3	7
CURSINA 3	9	9	3	5	5	3	3	7
H	22tn	22tn	0tn	22tn	22tn	22tn	22tn	22tn

Keterangan: HBS=habitus batang semu (terbuka:9; rapat:1); WBS=warna batang semu (hijau:9; ungu:1); PD=posisi daun (tegak:3); PUD=pola urat daun (jauh:5; rapat:3); BTD=bentuk tipe daun (gelombang:5; rata:3); WPD=warna punggung daun (hijau tua:5; hijau:3); WTD=warna tulang daun (hijau tua:5; hijau:3); UTD=ungu tulang daun (ungu ½:5; ungu ¾:7). H=nilai uji Kruskal Wallis; tn=tidak berbeda nyata pada $P < 0.05$. Angka dalam tabel menunjukkan nilai skoring.

Hasil pengamatan karakter agromorfologi kuantitatif tersaji pada Tabel 3. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa semua karakter yang diamati berbeda nyata pada taraf uji $\alpha=0.05$, kecuali pada karakter lebar daun. Tinggi tanaman berkisar antara 139,40 cm (genotipe TH-IPB-06) sampai dengan 222,66 cm (genotipe TH-IPB-14). Genotipe TH-IPB-07 memiliki diameter batang semu terbesar yaitu 2,90 cm, sedangkan TH-IPB-06 memiliki diameter terendah yaitu 1,66 cm. Jumlah helai daun beragam antar genotipe. Jumlah helai daun terbanyak (8,4) dimiliki oleh genotipe TH-IPB-07,

sedangkan TH-IPB-06 memiliki jumlah helai daun paling sedikit (3,8). Rata-rata helai daun yang dimiliki varietas temulawak lebih tinggi dibandingkan genotipe temu ireng. Panjang daun berkisar antara 64,2 cm (TH-IPB-06) sampai dengan 96 cm (TH-IPB-03). Lebar daun tertinggi dimiliki oleh TH-IPB-12 (18,26 cm) dan terendah oleh TH-IPB-06 (9,86 cm). Jumlah anakan berkisar antara 12,4 (TH-IPB-13) sampai dengan 1,2 (TH-IPB-06).

Bentuk rimpang primer



Kurva



Lurus

Warna biru rimpang



Sedikit



Banyak

Habitus rimpang



Medium



Terbuka

Panjang rimpang primer



< 10 cm



> 10 cm

Jarak antar ruas rimpang



< 1.5 cm



> 1.5 cm

Rimpang tersier



Ada

Rimpang induk

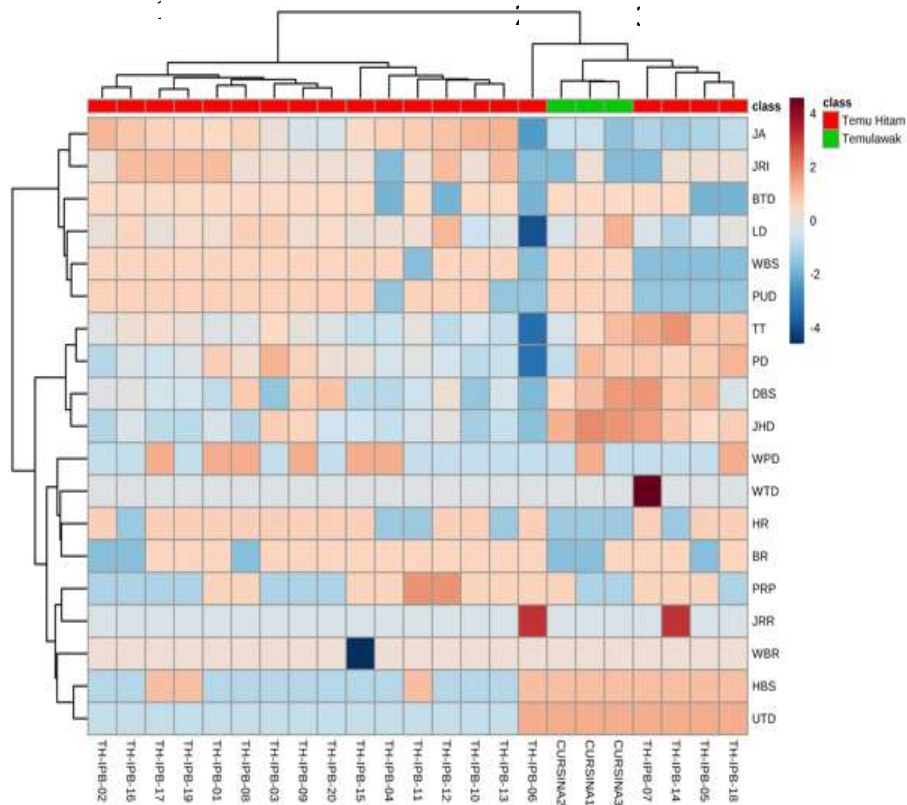


> 1 rimpang induk

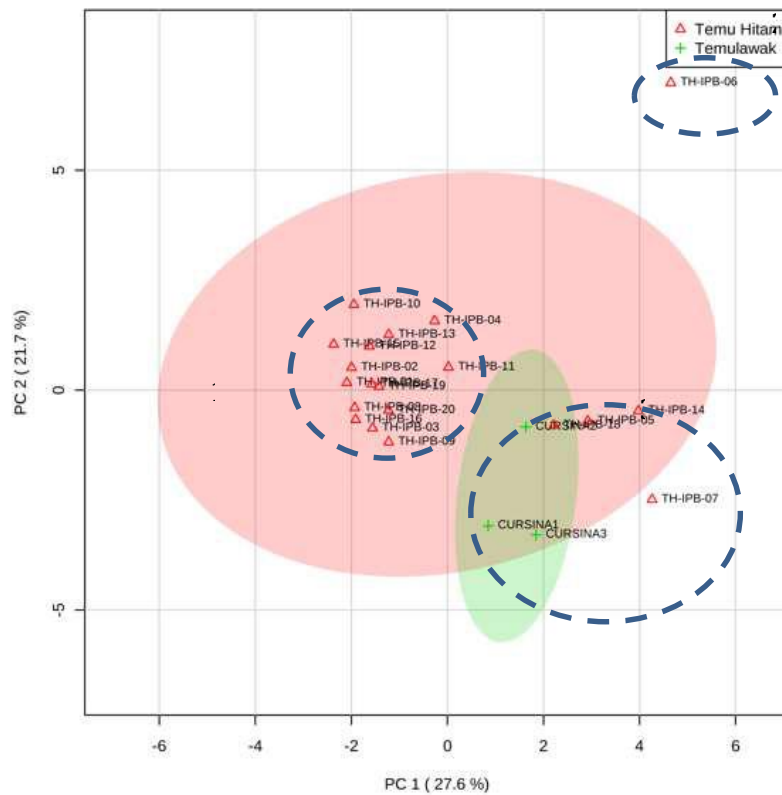
Gambar 2. Keragaman karakter rimpang tanaman temu hitam.

Analisis multivariat berdasarkan data agromorfologi kualitatif dan kuantitatif dilakukan dengan menggunakan analisis kluster hirarki, analisis komponen utama, dan analisis korelasi. Gambar 3 menunjukkan hasil *heatmap* analisis kluster hirarki yang menghasilkan tiga kelompok berdasarkan kemiripan secara agromorfologi. Hasil yang sama juga ditunjukkan berdasarkan analisis komponen utama (Gambar 4). Analisis komponen 1 (PC1) dan 2 (PC2) masing-masing secara berurutan mampu menjelaskan keragaman 27,6% dan 21,7%, sehingga dari kedua komponen utama tersebut mampu menjelaskan sebesar 49,3% keragaman

karakter agromorfologi 20 genotipe temu hitam dan 3 varietas temulawak. Sementara pada Gambar 5 ditunjukkan hasil analisis korelasi antara karakter yang dievaluasi pada 20 genotipe temu hitam dan 3 varietas temulawak. Rimpang merupakan komponen hasil yang dihitung pada tanaman temu hitam. Dengan demikian, jumlah anakan dan jumlah induk rimpang menjadi data kuantitatif penting sebagai komponen hasil. Warna batang semu dan pola urat daun merupakan karakter kualitatif yang berkorelasi sangat kuat dengan karakter jumlah anakan dan jumlah rimpang induk dengan ditunjukkan warna merah pada Gambar 5.



Gambar 3. *Heatmap* analisis kluster hirarki pada 20 genotipe temu hitam dan 3 varietas temulawak serta karakter agro-morfologinya.

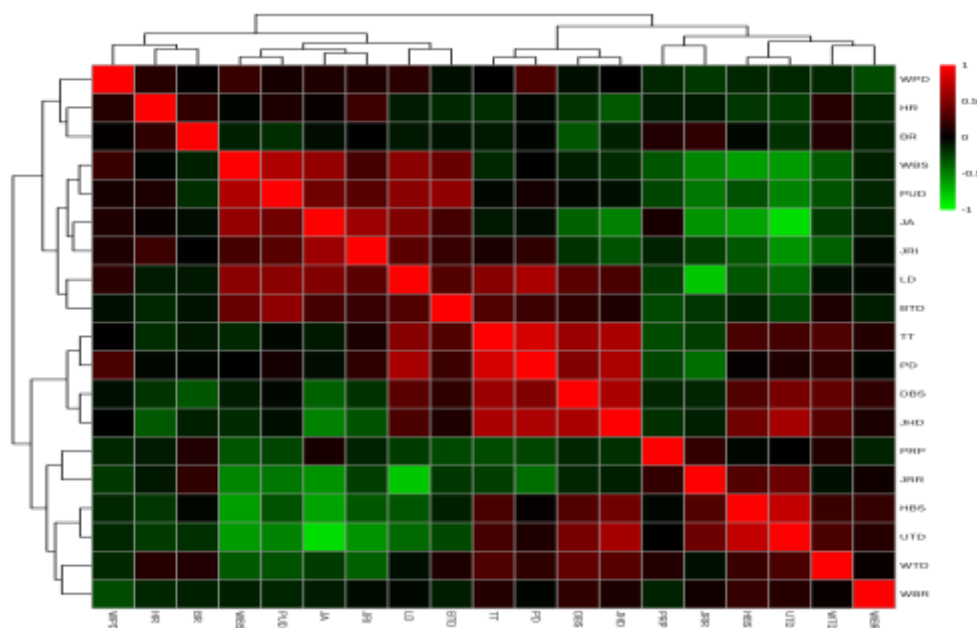


Gambar 4. Analisis komponen utama pada 20 genotipe temu hitam dan 3 varietas temulawak berdasarkan karakter agro-morfologi.

Tabel 2. Karakter kualitatif rimpang dari 20 genotipe temu hitam dan 3 varietas temulawak

Genotipe	Skoring Karakter Kualitatif						
	WBR	HR	BR	PRP	JRI	JRR	SRT
TH-IPB-01	5	7	5	5	5	3	9
TH-IPB-02	5	7	3	3	3	3	9
TH-IPB-03	5	7	5	3	3	3	9
TH-IPB-04	5	5	5	5	1	3	9
TH-IPB-05	5	7	3	5	3	3	9
TH-IPB-06	5	7	5	5	1	5	9
TH-IPB-07	5	7	5	5	1	3	9
TH-IPB-08	5	7	3	5	3	3	9
TH-IPB-09	5	7	5	3	3	3	9
TH-IPB-10	5	7	5	5	3	3	9
TH-IPB-11	5	5	5	7	3	3	9
TH-IPB-12	5	7	5	7	5	3	9
TH-IPB-13	5	5	5	5	5	3	9
TH-IPB-14	5	5	5	5	3	5	9
TH-IPB-15	3	7	5	5	3	3	9
TH-IPB-16	5	5	3	3	5	3	9
TH-IPB-17	5	7	5	3	5	3	9
TH-IPB-18	5	7	5	3	3	3	9
TH-IPB-19	5	7	5	3	5	3	9
TH-IPB-20	5	7	5	3	3	3	9
CURSINA 1	5	5	3	3	3	3	9
CURSINA 2	5	5	3	5	1	3	9
CURSINA 3	5	5	5	3	1	3	9
H	19,13tn	29,42bn	39,93bn	33,36bn	31,47bn	26,04tn	0,00tn

Keterangan: WBR=warna biru rimpang (sedikit:3; banyak:5); HR=habitus rimpang (terbuka:7; medium:5); BR=bentuk rimpang (lurus:3; kurva:5); PRP=panjang rimpang primer (panjang:7; medium:5; pendek:3); JRI=jumlah rimpang induk (rimpang induk 1-5:1; 6-10:3; > 10: 5); JRR=jarak antar ruas rimpang (dekat < 1.5 cm: 3; jauh > 1.5 cm: 5); SRT=status rimpang tersier (ada:9; tidak ada:1). H=nilai uji Kruskal Wallis; tn=tidak berbeda nyata, bn=berbeda nyata pada $P < 0.05$. Angka dalam tabel menunjukkan nilai skoring.



Gambar 5. Analisis korelasi antara karakter yang diamati pada 20 genotipe temu hitam dan 3 varietas temulawak berdasarkan karakter agro-morfologi.

Tabel 3. Karakter agro-morfologi kuantitatif dari 20 genotipe temu hitam dan 3 varietas temulawak

Genotipe	TT (cm)	DBS (cm)	JHD	PD (cm)	LD (cm)	JA
TH-IPB-01	185,00c	1,94b	5,20c	91,80a	16,40a	7,60a
TH-IPB-02	186,48c	2,12b	4,40c	79,10b	15,96a	12,20a
TH-IPB-03	198,60b	1,72b	6,80b	96,00a	17,26a	6,00b
TH-IPB-04	179,60c	1,89b	4,80c	83,20b	16,30a	8,60a
TH-IPB-05	205,00b	2,59a	6,40b	92,20a	15,10a	2,80b
TH-IPB-06	139,40c	1,66b	3,80c	64,20b	9,86a	1,20b
TH-IPB-07	215,92a	2,90a	8,40a	92,50a	15,38a	2,80b
TH-IPB-08	186,40c	2,49a	4,40c	88,20a	17,30a	8,60a
TH-IPB-09	190,06c	2,48a	6,60b	91,20a	16,36a	4,60b
TH-IPB-10	182,50c	1,72b	4,20c	79,86b	14,84a	12,00a
TH-IPB-11	188,82c	2,00b	5,20c	84,98b	16,36a	9,20a
TH-IPB-12	175,84c	2,24b	5,60c	82,84b	18,26a	10,40a
TH-IPB-13	177,46c	2,06b	4,80c	81,28b	15,54a	12,40a
TH-IPB-14	222,66a	2,50a	7,00b	91,04a	14,10a	2,40b
TH-IPB-15	178,00c	1,90b	5,00c	86,80b	16,20a	7,60a
TH-IPB-16	192,12c	2,16b	5,20c	84,04b	17,10a	9,80a
TH-IPB-17	194,62c	2,04b	4,60c	81,90b	15,94a	8,60a
TH-IPB-18	205,80b	2,10b	6,80b	95,60a	15,80a	3,40b
TH-IPB-19	191,20c	2,04b	4,60c	84,04b	16,66a	8,20a
TH-IPB-20	186,00c	2,55a	5,00c	87,00b	16,80a	4,40b
CURSINA 1	198,60b	2,60a	9,20a	94,60a	16,40a	3,80b
CURSINA 2	183,60c	2,41a	7,80a	80,60b	15,30a	3,80b
CURSINA 3	208,80b	2,86a	8,80a	92,40a	18,50a	2,00b

Keterangan: TT=Tinggi tanaman; DBS=diameter batang semu; PD=panjang daun; JHD=jumlah helai daun; LD=lebar daun; JA=jumlah anakan. Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% berdasarkan uji Scott-Knott.

4. Pembahasan

Karakterisasi agromorfologi dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif terhadap 20 genotipe temu hitam dan 3 varietas temulawak pada bagian batang semu, daun, dan rimpang. Untuk karakterisasi agromorfologi ini, tanaman perlakuan ditanam dilokasi dengan perlakuan lingkungan yang sama. Dengan demikian, adanya variasi agromorfologi diharapkan dapat merefleksikan keragaman genetik dari 20 genotipe temu hitam yang diamati.

Karakter fenotipe agromorfologi merupakan hal penting dalam membantu program pemuliaan tanaman (Gosa et al. 2019). Karakter penting bagian batang semu tanaman temu hitam adalah warna batang yang relatif berbeda dengan tanaman temulawak sebagai pembanding (Tabel 1), yaitu adanya genotipe temu hitam yang berwarna ungu. Hasil tersebut sesuai dengan hasil Setiadi et al. (2017) yang mendapatkan karakterisasi warna ungu batang semu dengan intensitas mulai dari tidak ada sampai sangat kuat. Aksesori temu hitam yang telah dikarakterisasi sebelumnya juga menunjukkan adanya 2 warna batang semu, yaitu hijau dan ungu (Khumaida et al. 2019). Sementara

pada karakter daun secara kualitatif relatif sama dengan temulawak sebagai pembanding. Karakter rimpang secara kualitatif meliputi habitus rimpang, bentuk rimpang, panjang rimpang primer, dan jumlah rimpang induk menunjukkan perbedaan signifikan pada $p < 0.05$ dari tanaman yang diamati. Karakter warna biru rimpang meskipun hasil penelitian menunjukkan tidak berbeda nyata, namun karakter tersebut merupakan karakter penting rimpang temu hitam. Warna biru rimpang temu hitam menjadi pembeda dengan warna kuning rimpang temulawak dan kunyit sebagai tanaman jenis rimpang yang sama dari *Curcuma* sp. (Jose & Thomas 2014). Dengan demikian warna ungu pada batang semu, habitus rimpang, bentuk rimpang, panjang rimpang primer, jumlah rimpang induk, dan warna biru rimpang merupakan marka fenotipik kualitatif penting pada tanaman temu hitam yang dapat menjadi karakter seleksi dalam program pemuliaan tanaman temu hitam. Karakter kuantitatif meliputi tinggi tanaman, diameter batang semu, panjang daun, jumlah helai daun, dan jumlah anakan menghasilkan keragaman signifikan berdasarkan uji Duncan pada $p < 0.05$ dari semua tanaman yang diamati (Tabel 3). Hasil analisis

karakter agromorfologi baik kualitatif dan kuantitatif pada batang semu, daun, dan rimpang genotipe temu hitam menunjukkan adanya keragaman. Hasil tersebut penting dalam program pemuliaan tanaman, karena adanya keragaman pada karakter agronomi dan morfologi maka mencerminkan adanya keragaman genetik pada tanaman yang diamati (Heydari et al. 2019). Lingkungan dan genetik merupakan salah satu sumber peningkatan keragaman suatu genotipe tanaman (Ghafouri & Rahimmalek 2018; Zunzunegui et al. 2010). Penelitian ini membuktikan adanya keragaman pada beberapa genotipe temu hitam yang diamati, sehingga dapat dikatakan bahwa keragaman tersebut merupakan keragaman dari genetik setiap tanaman yang diamati karena lingkungan tumbuh dilakukan pada kondisi yang sama.

Analisis kemiripan terhadap genotipe yang diamati dibantu dengan analisis multivariat dengan membandingkan antara *heatmap* kluster hirarki analisis, analisis komponen utama, dan analisis korelasi. Analisis kluster hirarki dan analisis komponen utama penting digunakan dalam memastikan tingkat kemiripan antara genotipe yang diamati (Péroumal et al. 2017). Sementara berdasarkan analisis korelasi maka dapat ditentukan marka fenotipe kualitatif penting yang berhubungan dengan karakter komponen hasil suatu tanaman yang dikembangkan pada program pemuliaan tanaman (Mazid et al. 2013). Hasil analisis kluster hirarki (Gambar 3) dan analisis komponen utama (Gambar 4) menghasilkan tiga kelompok. Kelompok 1 memiliki 15 genotipe yang sama berdasarkan karakter jumlah anakan yang tinggi dan ungu tulang daun yang rendah, yaitu TH-IPB-02, TH-IPB-16, TH-IPB-17, TH-IPB-19, TH-IPB-10, TH-IPB-08, TH-IPB-03, TH-IPB-09, TH-IPB-20, TH-IPB-15, TH-IPB-04, TH-IPB-11, TH-IPB-12, TH-IPB-10, dan TH-IPB-13. Genotipe TH-IPB-06 merupakan satu-satunya dalam kelompok 2 dengan karakterisasi jumlah anakan, jumlah rimpang induk, bentuk tipe daun, lebar daun, warna batang semu, pola urat daun, tinggi tanaman, panjang daun, diameter batang semu, dan jumlah helai daun yang rendah. Genotipe TH-IPB-07, TH-IPB-14, TH-IPB-05, dan TH-IPB-18 bersama dengan varietas Cursina I, Cursina II, dan Cursina III temulawak termasuk dalam kelompok 3 yang dicirikan dengan jumlah helai daun yang tinggi. Hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa terdapat keragaman yang cukup tinggi antara 20 genotipe temu hitam berdasarkan sifat-sifat agromorfologinya. Keragaman sifat agromorfologi mencerminkan adanya keragaman genetik pada seluruh genotipe yang diamati, sehingga genotipe

hasil dari penelitian ini berpotensi untuk dikembangkan menjadi varietas unggul melalui pemuliaan tanaman. Dua puluh genotipe yang terseleksi dan digunakan pada penelitian ini merupakan genotipe yang berasal dari beberapa lokasi sentra pertumbuhan di Indonesia yang memiliki latar belakang kondisi ekogeografis lokasi yang berbeda. Sementara itu berdasarkan Gambar 5 menunjukkan bahwa warna batang semu dan pola urat daun merupakan karakter kualitatif yang berkorelasi sangat kuat dengan karakter jumlah anakan dan jumlah rimpang. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya terkait dengan performa aksesori temu hitam yang berasal dari berbagai lokasi di Indonesia (Khumaida et al. 2019). Dengan demikian, karakter-karakter tersebut dapat digunakan menjadi parameter tambahan dalam mendukung seleksi temu hitam terbaik dalam program pemuliaan tanaman selain karakter biokimia dan aktivitas farmakologi sebagai tanaman obat.

5. Kesimpulan

Karakter agromorfologi kualitatif meliputi warna ungu pada batang semu, habitus rimpang, bentuk rimpang, panjang rimpang primer, jumlah rimpang induk, dan warna biru rimpang, serta karakter agromorfologi kuantitatif tinggi tanaman, diameter batang semu, panjang daun, jumlah helai daun, dan jumlah anakan merupakan karakter yang memiliki keragaman tinggi. Karakter warna batang semu dan pola urat daun berkorelasi kuat dengan karakter komponen hasil yaitu jumlah anakan dan jumlah rimpang induk rimpang temu hitam. Dengan demikian karakter tersebut dapat digunakan sebagai karakter seleksi pada program pemuliaan tanaman temu hitam.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas dukungan dana melalui program riset Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi dengan nomor kontrak 1714/IT3.11/PN/2018.

7. Daftar Pustaka

- [PPV&FRA] Protection of Plant Varieties and Farmers' Rights Authority. 2011. *Guidelines for the Conduct of Test for Distinctiveness, Uniformity and Stability on Turmeric (Curcuma Longa L.)*. Government of India
- Akarchariya N, Sirilun S, Julsrigival J, Chansakaowa S. 2017. Chemical profiling and antimicrobial

- activity of essential oil from *Curcuma aeruginosa* Roxb., *Curcuma glans* K. Larsen & J. Mood and *Curcuma cf. xanthorrhiza* Roxb. collected in Thailand. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 7(10):881–85
- Chong J, Xia J. 2018. MetaboAnalystR: an R package for flexible and reproducible analysis of metabolomics data. *Bioinformatics.* 34(24):4313–14
- Ghafouri F, Rahimmalek M. 2018. Genetic structure and variation in different Iranian myrtle (*Myrtus communis* L.) populations based on morphological, phytochemical and molecular markers. *Ind. Crops Prod.* 123:489–99
- Gosa SC, Lupo Y, Moshelion M. 2019. Quantitative and comparative analysis of whole-plant performance for functional physiological traits phenotyping: New tools to support pre-breeding and plant stress physiology studies. *Plant Sci.* 282:49–59
- Heydari A, Hadian J, Esmaeili H, Kanani MR, Mirjalili MH, Sarkhosh A. 2019. Introduction of *Thymus daenensis* into cultivation: Analysis of agromorphological, phytochemical and genetic diversity of cultivated clones. *Ind. Crops Prod.* 131:14–24
- Jose S, Thomas TD. 2014. Comparative phytochemical and anti-bacterial studies of two indigenous medicinal plants *Curcuma caesia* Roxb. and *Curcuma aeruginosa* Roxb. *Int. J. Green Pharm.* 8:65–71
- Kamazeri TSAT, Samah OA, Taher M, Susanti D, Qaralleh H. 2012. Antimicrobial activity and essential oils of *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma mangga*, and *Zingiber cassumunar* from Malaysia. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 5(3):202–9
- Khumaida N, Syukur M, Bintang M, Nurcholis W. 2019. Phenolic and flavonoid content in ethanol extract and agro-morphological diversity of *Curcuma aeruginosa* accessions growing in West Java, Indonesia. *Biodiversitas J. Biol. Divers.* 20(3):656–63
- Mazid MS, Rafii MY, Hanafi MM, Rahim HA, Shabanmofrad M, Latif MA. 2013. Agromorphological characterization and assessment of variability, heritability, genetic advance and divergence in bacterial blight resistant rice genotypes. *South African J. Bot.* 86:15–22
- Moektiwardoyo MW, Tjitraesmi A, Susilawati Y, Iskandar Y, Halimah E, et al. 2014. The Potential of Dewa Leaves (*Gynura Pseudochina* (L) D.C) and Temu Ireng Rhizomes (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) as Medicinal Herbs for Dengue Fever Treatment. *Procedia Chem.* 13:134–41
- Nurcholis W, Khumaida N, Syukur M, Bintang M. 2016a. Variability of total phenolic and flavonoid content and antioxidant activity among 20 *curcuma aeruginosa* Roxb. Accessions of Indonesia. *Asian J. Biochem.* 11(3):142–48
- Nurcholis W, Khumaida N, Syukur M, Bintang M. 2016b. Variability of curcuminoid content and lack of correlation with cytotoxicity in ethanolic extracts from 20 accessions of *Curcuma aeruginosa* Roxb. *Asian Pacific J. Trop. Dis.* 6(11):887–91
- Nurcholis W, Khumaida N, Syukur M, Bintang DM. 2017. Similarity analysis of 20 promising accessions of *Curcuma aeruginosa* Roxb. based on rhizome color, extract yield, and phytochemical contents. *Indones. J. Agron.* 44:315–21
- Péroumal A, Adenet S, Rochefort K, Fahrasmane L, Aurore G. 2017. Variability of traits and bioactive compounds in the fruit and pulp of six mamey apple (*Mammea americana* L.) accessions. *Food Chem.* 234:269–75
- Setiadi A, Khumaida N, Ardie SW. 2017. Diversity of some black turmeric (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) accessions based on morphological characters. *Indones. J. Agron.* 45:71–78
- Shahbazi E. 2019. Genotype selection and stability analysis for seed yield of *Nigella sativa* using parametric and non-parametric statistics. *Sci. Hortic. (Amsterdam).* 253:172–79
- Srivilai J, Phimnuan P, Jaisabai J, Luangtoomma N, Waranuch N, et al. 2017. *Curcuma aeruginosa* Roxb. essential oil slows hair-growth and lightens skin in axillae; a randomised, double blinded trial. *Phytomedicine.* 25:29–38
- Suphrom N, Pumthong G, Khorana N, Waranuch N, Limpeanchob N, Ingkaninan K. 2012. Anti-androgenic effect of sesquiterpenes isolated from the rhizomes of *Curcuma aeruginosa* Roxb. *Fitoterapia.* 83(5):864–71
- Thaina P, Tungcharoen P, Wongnawa M, Reanmongkol W, Subhadhirasakul S. 2009. Uterine relaxant effects of *Curcuma aeruginosa* Roxb. rhizome extracts. *J. Ethnopharmacol.* 121(3):433–43
- Zunzunegui M, Ain-Lhout F, Jáuregui J, Díaz Barradas MC, Boutaleb S, et al. 2010. Fruit production under different environmental and management conditions of argan, *Argania spinosa* (L.). *J. Arid Environ.* 74(10):1138–45

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Artikel Penelitian****Respons Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan Pemberian Teh Kompos Bulu Ayam pada Sistem Hidroponik*****Growth Response of Pakcoy by Giving Chicken Feather Liquid Compost in Hydroponic System*****Alfi Rianti^{1*}, Riwan Kusmiadi¹, Rion Apriyadi¹**¹ Jurusan Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Perikanan. dan Biologi. Universitas Bangka Belitung. Jl. Raya Balunijuk. Bangka 33215

Diterima: 17 Mei 2019/Disetujui: 25 Juni 2019

ABSTRACT

Wick system is one of hydroponics system that uses wick as nutrient absorbing media. Chicken feather liquid compost can be used as a substitute for conventional nutrition in pakcoy plant cultivation using hydroponics. This study aims to determine the effect of chicken feather liquid compost and determine the best concentration chicken feather liquid compost on the growth of pakcoy, and to find out the potential of chicken feather liquid compost to replace conventional nutrient solutions in a hydroponic system. This study used completely randomized design (CRD), there were 6 level of treatments which were chicken feather liquid compost concentrations consisting of 1000 ppm AB-mix, 900 ppm liquid compost, 800 ppm liquid compost, 700 ppm of liquid compost, 600 ppm of liquid compost, and 500 ppm of liquid compost with 3 replications. The variables observed were plant height, leaf number, leaf color, wet weight and dry weight of plants. The results showed that the nutritional treatment of chicken feather liquid compost had a very significant effect compared to AB-mix, which showed that AB-mix was superior to the observed variables, including plant height, the number of leaves, leaf colour, wet weight and dry weight of plants. At the first and second week, pakcoy growth was still relatively similar to AB-mix application. All treatments using compost chicken feather liquid compost could not replace AB-mix nutrient.

Keywords: Pakcoy; Chicken feather liquid compost; Hydroponic.**ABSTRAK**

Sistem sumbu merupakan salah satu jenis hidroponik yang menggunakan sumbu sebagai media penyerap nutrisi. Teh kompos bulu ayam dapat dimanfaatkan sebagai pengganti nutrisi konvensional dalam budidaya tanaman pakcoy. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh teh kompos bulu ayam dan menentukan nilai ppm terbaik pada nutrisi teh kompos bulu ayam terhadap pertumbuhan pakcoy, serta mengetahui penggunaan teh kompos bulu ayam untuk dapat menggantikan larutan hara konvensional pada sistem hidroponik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdapat 6 perlakuan yang merupakan konsentrasi nutrisi teh kompos bulu ayam yang terdiri dari 1000 ppm AB-mix, 900 ppm teh kompos, 800 ppm teh kompos, 700 ppm teh kompos, 600 ppm teh kompos, dan 500 ppm teh kompos dengan 3 ulangan. Peubah yang diamati yaitu adalah tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, berat basah dan berat kering tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan nutrisi teh kompos bulu ayam berpengaruh sangat nyata jika dibandingkan dengan AB-mix yang menunjukkan AB-mix lebih superior terhadap peubah yang diamati, meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, berat basah dan berat kering tanaman. Namun pada minggu pertama dan kedua pertumbuhan pakcoy masih relatif sama antar perlakuan. Semua perlakuan dengan menggunakan nutrisi teh kompos bulu ayam belum mampu menggantikan nutrisi konvensional.

Kata kunci: Pakcoy; Teh kompos bulu ayam; Hidroponik.

*Korespondensi Penulis.

E-mail : alvicewe111@gmail.com (A. Rianti)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v3i2.51>

1. Pendahuluan

Tanaman pakcoy selain memiliki kandungan nilai gizi yang tinggi juga memiliki prospek yang cukup menjanjikan baik di pasar domestik maupun pasar internasional. Kebutuhan akan tanaman sayuran di pasar yang paling utama adalah untuk konsumsi rumah tangga dan pengadaan bagi restoran-restoran yang menyajikan makanan berbahan dasar sayur (Andreeilee *et al.* 2014). Pakcoy dapat dijadikan sebagai bahan konsumsi untuk sayuran baik dalam keadaan segar maupun dalam bentuk olahan. Budidaya tanaman pakcoy dapat secara konvensional maupun dengan sistem hidroponik.

Sistem budidaya hidroponik memiliki macam-macam jenis salah satunya adalah sistem sumbu (*Wick System*). Menurut Tallei *et al.* (2018), sistem sumbu ini merupakan metode hidroponik yang paling sederhana. Sistem ini bisa menggunakan bahan-bahan daur ulang seperti botol atau gelas bekas minuman kemasan sebagai wadah untuk nutrisi. Tanaman mendapatkan nutrisi yang diserap melalui sumbu atau kain flanel. Teknik ini mampu meningkatkan hasil tanaman per satuan luas sampai lebih dari sepuluh kali, bila dibandingkan dengan teknik konvensional (menggunakan tanah) (Basuki 2008). Namun demikian penggunaan hidroponik masih terdapat beberapa kendala yang dapat membatasi tanaman yang di budidayakan.

Kendala utama dalam budidaya tanaman dengan sistem hidroponik yaitu pengontrolan pH. Media yang diukur tingkat pH-nya adalah larutan nutrisi dengan kisaran ideal 5,5-6,5. Selain dari pengontrolan pH, salah satunya adalah pemilihan jenis nutrisi (Rohmaniyah *et al.* 2015). Selama ini nutrisi yang digunakan adalah nutrisi kimia. Nutrisi tanaman yang digunakan pada sistem budidaya hidroponik biasanya mengandung unsur hara makro dan mikro yang disebut larutan konvensional. Larutan hara konvensional merupakan larutan hara yang terdiri dari larutan stok A yang berisi hara makro dan stok B yang berisi hara mikro (Nugraha 2014). Selain penggunaan larutan hara AB mix, dalam budidaya secara hidroponik juga dapat memanfaatkan kompos. Salah satu kompos cair yang dapat digunakan adalah kompos limbah bulu ayam.

Limbah bulu ayam merupakan hasil buangan dari proses pemotongan ayam. Limbah bulu ayam perlu dilakukan penanganan khusus karena menimbulkan dampak yang sangat besar terhadap pencemaran lingkungan. Bulu ayam tersebut akan menimbulkan bau yang tidak sedap. Menurut Puastuti *et al.* (2004), berat bulu ayam sebesar 4% dari berat tubuh total. Limbah bulu ayam dapat

dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik dengan pengomposan. Menurut Pardiansyah (2013), kompos dengan bahan dasar bulu ayam mampu menyediakan N total sebesar 7,23%; P 0,52 %; dan K 0,39%. Penelitian pendahuluan sebelumnya menunjukkan dengan bahan dasar bulu ayam dengan aktivator EM4 mampu menyediakan N total 18,31% dan C-organik 55,33%. Teh kompos adalah seduhan ekstrak kompos menggunakan air sebagai bahan pengekstrak. Salah satu tanaman yang memiliki potensi untuk dibudidayakan secara hidroponik menggunakan teh kompos bulu ayam adalah tanaman pakcoy.

Tingginya potensi limbah bulu ayam sebagai pengganti larutan hara konvensional dapat terkategori cukup tinggi, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk melihat potensi teh kompos bulu ayam dalam menggantikan larutan hara konvensional pada budidaya tanaman pakcoy secara hidroponik. Melalui penelitian ini diharapkan mampu mendapatkan konsentrasi (ppm) terbaik dari teh kompos bulu ayam yang dapat menjadi inovasi dalam mensubstitusi larutan hara konvensional seperti AB-mix dalam budidaya tanaman pakcoy secara hidroponik.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2018 sampai Februari 2019, bertempat di Kebun Percobaan dan Penelitian Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi Universitas Bangka Belitung. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Jenis rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap. Faktor perlakuan yang diterapkan yaitu konsentrasi larutan hara yang terdiri dari: E0: 1000 ppm (Nutrisi AB-mix yang beredar di pasaran), E1: 900 ppm (45 mL teh kompos + 10 g NPK (16:16:16)), E2: 800 ppm (40 mL teh kompos + 10 g NPK (16:16:16)), E3: 700 ppm (30 mL teh kompos + 10 g NPK (16:16:16)), E4: 600 ppm (25 mL teh kompos + 10 g NPK (16:16:16)), E5: 500 ppm (15 mL teh kompos + 10 g NPK (16:16:16)).

Tempat yang digunakan yaitu rumah plastik yang berukuran 6 m x 4 m. Bulu ayam dilakukan pencacahan menggunakan mesin pencacah. Setelah dicacah, bulu ayam dikering anginkan selama 2 hari. Kemudian dilakukan pencampuran antara bulu ayam, dedak padi dan EM-4. Selanjutnya diaduk hingga merata dan ditutup menggunakan terpal dengan rapat selama sekitar 36 hari. Pembuatan teh kompos menggunakan teknik ekstraksi sederhana tanpa aerasi. Isi 1/3 ember 20 liter dengan kompos matang kemudian penuh dengan air, sisakan cukup

ruang untuk mengaduk campuran. Proses pengomposan dilakukan selama 7 hari. Penelitian ini menggunakan dus *styrofoam* sebagai wadah nutrisi. Dus *styrofoam* yang telah disiapkan, pada bagian dalamnya dilapisi dengan mulsa plastik berwarna hitam. Persemaian dilakukan dengan cara benih pakcoy dimasukkan ke dalam *rockwool* ukuran 2 cm x 2 cm yang telah dibuat lubang tanam kemudian diletakkan pada bak semai. Kemudian bibit yang telah berumur 2 minggu dipindahkan ke netpot yang telah disediakan.

Peubah yang diamati yaitu: tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, berat basah tajuk dan berat kering tajuk. Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis varian dengan taraf kepercayaan 95% menggunakan program *Statistical Analytic System* (SAS 9.1.3). Apabila terdapat perlakuan yang berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf nyata 5%.

3. Hasil

Hasil sidik ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa uji perlakuan pemberian teh kompos bulu ayam terhadap pertumbuhan dan produksi pakcoy pada sistem hidroponik berpengaruh sangat nyata terhadap peubah tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering tanaman yang di amati pada minggu ke-1, 2, 3 dan 4 setelah pindah tanam.

Tabel 1. Hasil sidik ragam uji pemberian teh kompos bulu ayam terhadap pakcoy pada sistem hidroponik terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering

Peubah	Probabilitas	KK (%)
Tinggi tanaman	0,0001 **	4,3025
Jumlah daun	0,0001**	2,4476
Berat basah	0,0001**	2,3349
Berat kering	0,0001**	7,5183

Keterangan: ** = nilai probabilitas < 0,01; KK = koefisien keragaman

Hasil uji lanjut BNT (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan nutrisi hidroponik konvensional E0 (kontrol) menunjukkan hasil terbaik dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap tinggi tanaman setiap minggunya. Hasil uji lanjut BNT (Tabel 3) menunjukkan bahwa perlakuan nutrisi hidroponik konvensional E0 (kontrol) menunjukkan hasil terbaik dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap jumlah daun pada minggu ke-3 dan ke-4. Namun demikian pada minggu ke-1 dan ke-2 terdapat perlakuan yang

tidak berbeda nyata dengan E0 yaitu E1 dan E2 pada minggu ke-1 serta E2 pada minggu ke-2.

Tabel 2. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pemberian teh kompos bulu ayam terhadap tinggi tanaman pada tanaman pakcoy sistem hidroponik

Perlakuan	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
E0	8,19a	13,99a	19,65a	20,71a
E1	6,15b	8,27b	9,41b	10,04b
E2	6,14b	8,23b	9,45b	10,06b
E3	5,96b	7,97b	8,97b	9,29b
E4	5,78b	7,78b	9,09b	9,83b
E5	5,91b	7,55b	8,79b	9,49b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan taraf kepercayaan 95%.

Tabel 3. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pemberian teh kompos bulu ayam terhadap jumlah daun pada tanaman pakcoy sistem hidroponik

Perlakuan	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
E0	4,60a	7,40a	12,33a	18,60a
E1	4,40ab	6,60b	8,57b	12,00b
E2	4,40ab	6,85ab	9,61b	13,82b
E3	4,13b	5,13c	4,20c	4,80c
E4	4,07b	5,20c	4,33c	5,07c
E5	4,20b	5,07c	4,40c	4,80c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan taraf kepercayaan 95%.

Hasil uji lanjut BNT (Tabel 4) menunjukkan bahwa perlakuan nutrisi hidroponik konvensional E0 (kontrol) menunjukkan hasil terbaik dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap berat basah dan berat kering tanaman. Data berat basah tanaman perlakuan E2 (800 ppm) menunjukkan hasil berbeda nyata dengan E0 (kontrol) namun tidak berbeda nyata dengan E1 dan perlakuan E1 (900 ppm) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan E3, E4 dan E5. Data berat kering tanaman perlakuan E1 (900 ppm) menunjukkan hasil berbeda nyata dengan E0 (kontrol) namun tidak berbeda nyata dengan E2, E3, E4 dan E5. Hasil pengamatan warna daun pada akhir pengamatan menunjukkan warna daun E0 (Kontrol) lebih gelap dibandingkan warna daun perlakuan lainnya (Tabel 5).

Tabel 4. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pemberian teh kompos bulu ayam terhadap berat basah dan berat kering pada tanaman pakcoy sistem hidroponik

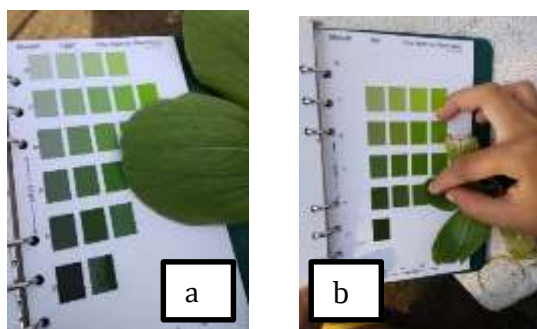
Perlakuan	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)
E0	160,33a	11,21a
E1	5,05bc	0,56b
E2	5,95b	0,59b
E3	4,11c	0,46b
E4	4,67c	0,51b
E5	4,59c	0,52b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan taraf kepercayaan 95%.

Tabel 5. Warna daun pakcoy pada akhir pengamatan

Perlakuan	Warna Daun (MCC)
E0: 1000 ppm (Kontrol)	5/6 7.5GY
E1: 900 ppm (45 mL teh kompos + 10 g NPK)	5/8 5GY
E2: 800 ppm (40 mL teh kompos + 10 g NPK)	5/8 5GY
E3 :700 ppm (30 mL teh kompos + 10 g NPK)	5/6 5GY
E4: 600 ppm (25 mL teh kompos + 10 g NPK)	5/8 5GY
E5 : 500 ppm (15 mL teh kompos + 10 g NPK)	5/6 5GY

Keterangan: GY = Green Yellow; 5GY = Hue; 5/6 = Value/chroma

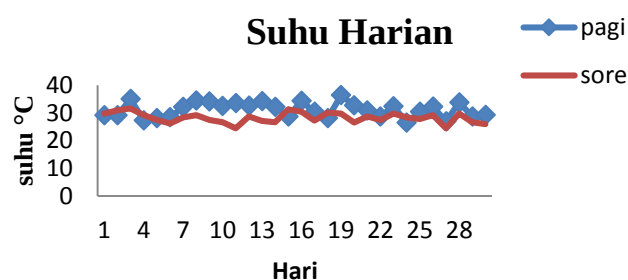


Gambar 1. Pengamatan warna daun tanaman pakcoy pada akhir pengamatan (a). Warna daun pada perlakuan nutrisi konvensional (b). Warna daun pada perlakuan nutrisi teh kompos bulu ayam

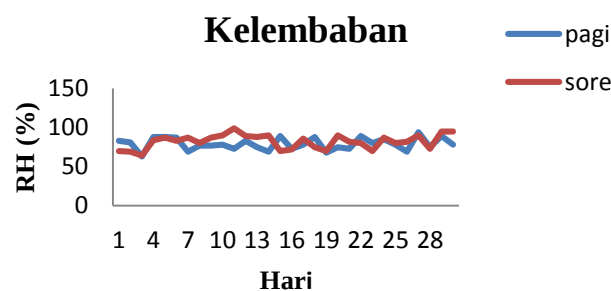
Warna daun pakcoy pada akhir pengamatan menunjukkan warna yang relatif seragam yaitu *green yellow* (hijau sedikit kekuningan). Perlakuan nutrisi konvensional E0 (kontrol) menunjukkan

hasil warna daun dengan hue 7.5GY yang artinya warna daun lebih gelap dibandingkan dengan perlakuan nutrisi teh kompos bulu ayam seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Rata-rata suhu harian selama penelitian berkisar dari 26,9°C - 36°C. Fluktuasi suhu harian disebabkan karena cuaca yang tidak menentu. Suhu harian di lingkungan rumah plastik dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil pengukuran kelembaban di lingkungan rumah plastik (Gambar 3). Kelembaban harian selama penelitian berkisar dari 63%-94%.

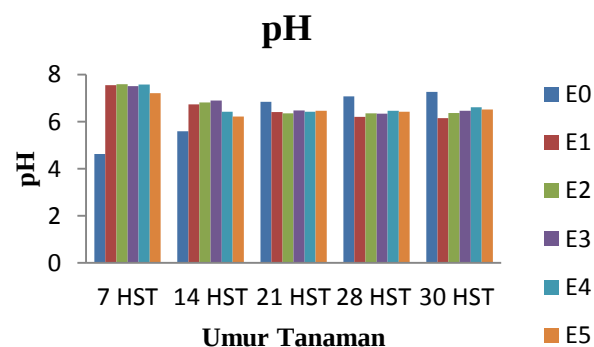


Gambar 2. Pengukuran suhu lingkungan



Gambar 3. Pengukuran kelembaban lingkungan

Pengukuran pH dalam larutan nutrisi selama penelitian mengalami fluktuasi dan tidak menentu. pH mengalami penurunan dan peningkatan setiap harinya. Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengukuran pH

4. Pembahasan

Hasil sidik ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa perlakuan berbagai konsentrasi larutan nutrisi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap semua peubah yang diamati yang artinya nutrisi konvensional lebih baik dibandingkan nutrisi teh kompos bulu ayam. Hal ini karena kandungan unsur hara yang terdapat dalam nutrisi konvensional AB-mix mampu mencukupi kebutuhan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman pakcoy. Sesuai dengan pendapat Wibowo *et al.* (2017), yang menyatakan bahwa tanaman akan mengalami pertumbuhan optimal jika mendapatkan kondisi yang mendukung seperti ketersediaan unsur hara, mineral dan air. Menurut Tripama dan Yahya (2018), unsur hara yang terkandung pada nutrisi hidroponik adalah unsur esensial yang di perlukan tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya.

Perlakuan dengan menggunakan nutrisi konvensional AB-mix memiliki pertumbuhan vegetatif dan hasil panen yang terbaik dibandingkan dengan nutrisi teh kompos bulu ayam. Menurut Lestari (2009), pemberian nutrisi hidroponik mengandung semua nutrisi mikro dan makro dalam jumlah yang sesuai, pupuk hidroponik juga bersifat lebih stabil dan cepat larut dalam air karena berada dalam bentuk yang lebih murni. Sedangkan pada nutrisi teh kompos bulu ayam memiliki unsur hara makro dan mikro yang masih rendah dan nutrisi yang tergolong sulit di serap. Penelitian pendahuluan sebelumnya menunjukkan dengan bahan dasar bulu ayam dengan aktivator EM4 mampu menyediakan N total 18,31%, C-organik 55,33%, P 1,50%, K 0,53%, Mg 0,19 % dan Ca 0,45%.

Pertumbuhan tanaman ditentukan oleh penyerapan unsur hara makro dan mikro dari larutan nutrisi yang tersedia. Penyerapan unsur hara dipengaruhi oleh keadaan pH larutan nutrisi. Nilai pH menentukan ketersediaan berbagai elemen untuk tanaman. Sebagian besar tanaman menghendaki pH asam, namun yang terjadi dilapangan pH larutan nutrisi cenderung basa (pH 7-8). Keadaan pH yang sangat tinggi, ion bi karbonat (HCO_3^-) mungkin hadir dalam jumlah yang cukup mengganggu penyerapan normal ion-ion lainnya (Subandi *et al.* 2015). Nilai pH tinggi dapat mengganggu ketersediaan unsur hara Fe, Mn, Zn, Mo. bahkan P dan salah satu unsur hara mikro yang tidak dapat diserap secara optimal oleh akar adalah Cl (klorin), Cl berperan sebagai aktivator enzim selama produksi oksigen dari air. Hal inilah yang mengakibatkan kurangnya pertumbuhan akar (Resh 2013).

Kekurangan unsur hara akan menimbulkan beberapa gejala pada organ tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan akar. Gejala yang ditimbulkan pada tanaman pakcoy dengan perlakuan nutrisi teh kompos bulu ayam yaitu tanaman tidak tumbuh dan berkembang dengan baik, daun tanaman bagian bawah menguning dan akar yang tidak berkembang. Menurut Lingga (2002), kekurangan fosfor (P) akan menyebabkan tanaman mengalami perubahan warna daun yang tua menjadi kekuning-kuningan. Defisiensi unsur Fe mengakibatkan tanaman menjadi kerdil dan pertumbuhan akar yang terhambat. Menurut Sutiyoso (2003), gejala yang ditimbulkan jika defisiensi Fe tanaman akan kerdil, percabangan terbatas, perpanjangan akar tertekan dan pembentukan akar berkurang serta akar terkadang menebal dan warna menjadi lebih gelap.

Unsur Nitrogen atau N merupakan unsur hara yang sangat berperan dalam pertumbuhan tanaman. Nitrogen berperan sebagai bahan bangunan untuk sintesis asam amino, enzim amino, asam nukleik, klorofil, alkaloid dan protein. Unsur Nitrogen digunakan untuk pembentukan sel, jaringan dan organ tanaman serta sebagai pengatur pertumbuhan tanaman keseluruhan (Sutiyoso 2003). Namun kelemahan dari nutrisi organik yaitu menyediakan N-total yang belum sepenuhnya mampu diserap oleh tanaman. Sehingga unsur N yang diperlukan tanaman tidak terpenuhi. Menurut Husnaeni dan Setiawati (2018), pemberian nutrisi organik perlu penambahan bakteri yang mampu memfiksasi Nitrogen sehingga mampu meningkatkan kandungan Nitrogen.

Konsentrasi larutan hara yang terlalu tinggi tidak dapat diserap dengan optimal oleh tanaman. Menurut Wibowo *et al.* (2017), tingkat konsentrasi atau kepekatan suatu larutan dapat mempengaruhi metabolisme dalam tanaman. Akan tetapi menurut Husnaeni dan Setiawati (2018), tanaman pakcoy juga tidak bisa tumbuh dan berkembang secara maksimal jika kekurangan nutrisi dan unsur hara yang ada dalam larutan, sehingga produktivitas akan rendah.

Peubah tinggi tanaman. perlakuan hara konvensional menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan nutrisi organik. Menurut Nerotama (2014), jika suplai nitrogen cukup, daun tanaman akan tumbuh besar dan memperluas permukaan yang tersedia untuk fotosintesis sehingga laju fotosintesis yang meningkat akan menghasilkan fotosintat dalam jumlah banyak. Fotosintat tersebut kemudian digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman melalui proses pembelahan sel dan diferensiasi sel. Menurut

Sarido dan Junia (2017), peningkatan tinggi tanaman memacu perkembangan organ pada tanaman yang menyebabkan pembentukan biomasa tanaman, hasil fotosintat yang disimpan lebih banyak dan pertumbuhan yang cepat pada bagian tanaman mampu meningkatkan berat segar dan berat kering tajuk tanaman.

Peubah jumlah daun terlihat perlakuan hara konvensional menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan nutrisi organik. Nutrisi organik teh kompos bulu ayam memiliki unsur hara makro yang lebih terbatas dibandingkan dengan nutrisi konvensional. Menurut Sarido dan Junia (2017) unsur N dan P jika diberikan pada tanaman akan membantu mengubah karbohidrat yang dihasilkan dalam proses fotosintesis menjadi protein sehingga akan membantu menambah lebar, panjang dan jumlah daun.

Berdasarkan Tabel 4. peubah berat basah tajuk menunjukkan bahwa perlakuan E0 memberikan rerata berat basah tajuk tertinggi yaitu 160,33 g. Namun untuk perlakuan nutrisi organik rerata berat basah tertinggi yaitu pada perlakuan E2 (800 ppm) 5,95 g. Pemberian nutrisi organik belum mampu memberikan unsur hara yang seimbang untuk pertumbuhan tanaman yang optimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Nurshanti (2009) bahwa tekanan turgor yang ada pada batang, daun dan akar tanaman tinggi akibat kandungan Nitrogen banyak terdapat didalam tubuh tanaman akibat penyerapan unsur hara N yang menyebabkan air yang ada di batang, daun dan akar tidak dapat menguap dan akan menyebabkan bagian-bagian tersebut tetap basah. Berdasarkan Tabel 4, peubah berat kering tajuk menunjukkan bahwa perlakuan E0 (kontrol) memberikan rerata berat basah tajuk tertinggi yaitu 11,21 g. Namun untuk perlakuan nutrisi organik rerata berat basah tertinggi yaitu pada perlakuan E2 (800 ppm) 0,59 g. Hal ini karena pemberian nutrisi konvensional memiliki kaya unsur hara untuk diserap oleh tanaman sehingga menyebabkan laju fotosintesis berlangsung baik dan terjadi penambahan luas daun serta menghasilkan fotosintat yang banyak. Fotosintat yang dihasilkan berupa biomassa tanaman akan semakin banyak. begitu pula dengan bahan kering yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Darmawan (2013), bahwa pemberian bahan organik yang diberikan memacu perkembangan luas daun. Meningkatnya luas daun berarti kemampuan daun untuk menerima dan menyerap cahaya matahari akan lebih tinggi sehingga fotosintat dan akumulasi bahan kering akan lebih tinggi pula.

Warna daun merupakan salah satu faktor penentu kebutuhan hara dari tanaman. Daun yang

kelihatan lebih pucat biasanya identik dengan kekurangan unsur hara nitrogen. Menurut Setiawan *et al.* (2013), kekurangan unsur nitrogen dapat menghambat pembentukan klorofil sehingga laju fotosintesis terganggu dan daun tampak menguning. Tabel 5 menunjukkan bahwa warna daun pada nutrisi teh kompos bulu ayam memberikan warna daun yang lebih terang dibandingkan nutrisi konvensional. Hal ini terjadi karena fungsi dari Nitrogen yaitu selain dari merangsang pertumbuhan tanaman juga memberikan warna hijau pada daun. Semakin gelap warna hijau pada daun tanaman menunjukkan semakin tinggi unsur Nitrogen yang di serap tanaman (Nugraha 2014).

5. Kesimpulan

Nutrisi teh kompos bulu ayam belum menunjukkan pengaruh yang baik untuk pertumbuhan tanaman pakcoy. Perlakuan dengan nutrisi teh kompos bulu ayam 800 ppm menunjukkan hasil terbaik dibandingkan perlakuan nutrisi teh kompos lainnya. Teh kompos bulu ayam belum mampu menggantikan larutan hara AB-mix.

6. Daftar Pustaka

- Adimihardja SA, Rosa E, Hamid G. 2013. Pengaruh Pemberian Kombinasi Kompos Sapi dan Fertimix terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Kultivar Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) dalam Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Pertanian*. 4(1): 2087-4936.
- Andreeilee F, Santoso M, Nugroho A. 2014. Pengaruh Jenis Kompos Kotoran Ternak dan Waktu Penyirangan Terhadap Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* sub. *chinesensis*) Organik. *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(3):190-197.
- Darmawan AF. 2013. Pengaruh Berbagai Macam Bahan Organik dan Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 1(5): 389-397.
- Husnaeni dan Setiawati. 2018. Pengaruh Pupuk Hayati dan Anorganik terhadap Populasi Azotobacter, Kandungan N, dan Hasil Pakcoy pada Sistem Nutrient Film Technique. *Jurnal Biodjati*. 3(1): 90-98.
- Lestari G. 2009. *Berkebun Sayuran Hidroponik di rumah*. Jakarta : Prima Info Sarana.
- Lingga P. 2002. *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nerotama S, Kushendarto, Ginting YC. 2014. Pengaruh Dua Jenis Pupuk Daun dan Dosis

- Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Awal Tanaman Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Kultivar Citayam, Inovasi dan Pembangunan. *J. Kelitbang.* 02(02):199213.
- Nugraha RU. 2014. Sumber Hara sebagai Pengganti AB Mix Pada Budidaya Sayuran Daun Secara Hidroponik. [Skripsi]. Tidak Dipublikasikan. Departemen Agronomi dan Hortikultura: Institut Pertanian Bogor.
- Nurshanti DF. 2009. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Caisim (*Brassica Juncea* L.). *Agronobis.* 1(1): 89-98.
- Pardiansyah P. 2013. Kajian Pemanfaatan Limbah Bulu Ayam sebagai Bahan Baku Kompos. [Skripsi]. Bangka Belitung: Universitas Bangka Belitung.
- Puastuti W, Yulistiani, Matius I. 2004. Nilai Biologis (In Vitro Dan In Sacco) Bulu Ayam yang diolah Secara Kimiawi Sebagai Sumber Protein Bypass Rumen. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner.* 9(2):73-80.
- Resh HM. 2013. Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for The Advanced Home Gardener and The Commercial Hydroponic Grower. Newconcept Press, Inc. New Jersey.
- Rohmaniyah, Indradewa dan Putra. 2015. Tanggapan Tanaman kangkung (*Ipomea reptans*). Bayam (*Amaranthus tricolor*) dan Selada (*Lactuca sativa*) terhadap Pengayaan Kalsium secara Hidroponik. *Jurnal Vegetalika* 4(2):63-78.
- Sarido L dan Junia. 2017. Uji Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa* L.) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Pada System Hidroponik. *Jurnal AGRIFOR.* 16(1): 65-74. Doi 10.22146/veg.9276.
- Setiawan N, Ginting YC, Karyanto A. 2013. Respons Sawi (*Brassica juncea* L.) yang dibudidayakan secara Hidroponik pada Media Padat dan Cair terhadap Konsentrasi Nitrogen. *J. Agrotek.* 1(3):252-258.
- Subandi M, Salam NP, Frasetya B. 2015. Pengaruh Berbagai Nilai EC (*electrical conductivity*) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam (*Amaranthus* sp.) pada Hidroponik Sistem Rakit Apung (*Floating Hydroponics System*). *Jurnal Agroteknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung* 9(2): 139.
- Sutiyoso. 2003. *Meramu Pupuk Hidroponik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tallei T, Rumungen dan Adam. 2018. *Hidroponik untuk Pemula*. Manado: LPPM UNSRAT.
- Tripama B dan Yahya MR. 2018. Respon Konsentrasi Nutrisi Hidroponik Terhadap Tiga Jenis Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agritop.* 16(2): 237-249.
- Wibowo AW, Suryanto A dan Nugroho A. 2017. Kajian Pemberian Berbagai Dosis Larutan Nutrisi dan Media Tanam secara Hidroponik Sistem Substrat pada Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.). *Jurnal Produksi Tanaman.* 5(7): 1119-1125.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Artikel Penelitian****Karakterisasi Karakter Fisiologi Genotipe-Genotipe F₂ Padi Ketan dengan Kemampuan Recovery Setelah Infeksi Tungro*****Characterization of Physiological Traits of F₂ Glutinous Rice Genotypes with Recovery Ability After Tungro Infection*****Ema Komalasari^{1,3}, Fitri Widiyanti², Santika Sari², Nono Carsono^{2*}**¹Program Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor 45363, Indonesia.²Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor 45363 Indonesia³Loka Penelitian Penyakit Tungro, Lanrang-Sidendeng Rappang 91651, Indonesia

Diterima: 14 Juli 2019/Disetujui: 26 Agustus 2019

ABSTRACT

Tungro virus is one of the rice diseases which become one of limiting factors for rice production in Indonesia. The effective control can be done by using and rotation of resistant varieties. In order to develop tungro resistant varieties, hybridization has been conducted between susceptible (Ketonggo) and resistant variety (Utri Merah and ARC12596) i.e., Ketonggo x Utri Merah and Ketonggo x ARC12596. The main objective of the study was to characterize physiological response of recovery genotypes group when compared to resistant genotypes. The genetic materials were F₂ progenies of Ketonggo x Utri Merah and Ketonggo x ARC12596, each 230 genotypes. The experiment was conducted at BB Padi and Experimental Station of Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran. Virus transmission was done using forced-tube inoculation method and symptoms scoring based on a standard evaluation system for rice. Traits observed were chlorophyll content, number of stomatal conductance, and quantum photosynthetic efficiency. The comparison of those traits between genotypes with recovery ability with those of resistant genotypes, susceptible genotypes, resistant variety check, and susceptible variety check was evaluated. It is found that recovered genotypes from both crossings did not show significant differences with those of resistant genotypes or resistant check variety on the above traits observed. Genotypes group with recovery ability can be used to suppress the spread of tungro disease.

Keywords: *Tungro; Symptoms scale; Recovery genotypes.***ABSTRAK**

Penyakit pada padi, salah satunya tungro masih menjadi pembatas utama produksi padi di Indonesia. Pengendalian efektif dapat dilakukan melalui penggunaan dan pergiliran varietas tahan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui fisiologi genotipe-genotipe yang mengalami recovery setelah serangan tungro dibandingkan dengan genotipe-genotipe tahan. Penelitian dilakukan pada dua populasi generasi kedua persilangan Ketonggo x Utri Merah dan Ketonggo x ARC12596 masing-masing 230 genotipe di rumah kaca BB Padi dan Kebun percobaan Universitas Padjadjaran. Inokulasi virus pada tanaman dilakukan dengan menggunakan forced-tube inoculation dan skoring gejala berdasarkan sistem evaluasi standar untuk padi. Pengamatan kandungan klorofil, jumlah konduktansi stomata, dan kuantum efisiensi fotosintesis dilakukan dengan membandingkan antara grup genotipe recovery dengan grup genotipe tahan dan grup genotipe rentan, serta varietas cek tahan, dan varietas cek rentan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum genotipe-genotipe recovery dari persilangan Ketonggo x Utri Merah tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan dengan genotipe tahan maupun cek tahan pada pengamatan kandungan klorofil, konduktansi stomata, dan kuantum efisiensi fotosintesis. Hasil yang sama juga diperoleh untuk persilangan Ketonggo x ARC12596. Genotipe-genotipe yang mengalami recovery dari kedua persilangan memiliki morfologi dan fisiologi yang sama baiknya dengan genotipe tahan dan cek tahan sehingga dapat digunakan untuk menekan penyebaran penyakit tungro.

Kata kunci: *Tungro; Skor gejala; Genotipe-genotipe recovery.*

*Korespondensi Penulis.

E-mail : n.carsono@unpad.ac.id (N. Carsono)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v3i2.67>

1. Pendahuluan

Padi merupakan komoditas pangan utama masyarakat Indonesia. Kebutuhan beras di Indonesia dipenuhi oleh dua kelas mutu beras yaitu kelas medium dan premium serta satu beras khusus. Beras khusus terdiri dari beras ketan, beras merah, beras hitam, dan beras dengan persyaratan khusus (Permentan, 2017). Konsumsi beras masyarakat Indonesia pada tahun 2016 mencapai 100,57 kg per kapita per tahun, meningkat sebesar 2,22% dibandingkan tahun sebelumnya yaitu sebesar 98,39 kg per kapita per tahun (Susanti & Waryanto, 2017). Produktivitas padi Indonesia tahun 2013 menempati peringkat ketiga dunia setelah India dan China yaitu mencapai 13,32 juta hektar atau penguasaan pangsa sebesar 8,23% (Nuryati *et al.*, 2015)

Salah satu penyakit penting tanaman padi di Indonesia adalah tungro, yang disebabkan oleh interaksi kompleks disebabkan oleh dua jenis virus, yaitu *Rice Tungro Bacilliform Virus* (RTBV) dan *Rice Tungro Spherical Virus* (RTSV) (Hibino *et al.* 1978). Penularan tungro terjadi melalui vektor wereng hijau (*Nephotettix virescens*) secara semi persisten atau tanpa multiplikasi virus dalam vektornya (Hibino, 1996; Hull *et al.*, 1996). Tanaman yang terinfeksi hanya oleh RTBV saja memperlihatkan gejala agak kerdil dan menguning, dan jika hanya terinfeksi oleh RTSV saja memperlihatkan gejala kerdil tapi daun tidak bergejala. Gejala semakin jelas saat kedua virus menginfeksi tanaman secara bersama (Hibino *et al.*, 1996).

Beberapa tanaman sakit akibat tungro memiliki kemampuan bertahan hidup dan memperbaiki diri. Pemberian nutrisi tanaman dapat menurunkan keparahan gejala (Umar & Wahyuni, 2013). Menurut Singh *et al.* (2015), gejala-gejala warna daun dari kuning ke orange dan klorosis pada tanaman kultivar tahan, tertutupi saat tanaman mencapai pertumbuhan vegetatif. Hilangnya gejala dan tanaman kembali normal setelah terkena serangan tungro pada beberapa tanaman merupakan kemampuan pulih atau *recovery* pada tanaman.

Pengendalian penyakit tungro efektif dilakukan dengan pengaturan lingkungan. Menurut Praptana *et al.* (2013), penggunaan dan pergiliran varietas tahan, eradikasi sumber inokulum, serta keputusan dalam pemilihan varietas merupakan kultur teknis dalam pengendalian tungro. Metode yang paling efektif untuk mengendalikan penyakit tungro, menurut Khatun *et al.* (2017), yaitu dengan menggunakan varietas tahan atau varietas yang memiliki kemampuan *recovery* bila dibandingkan

dengan metode memusnahkan vektor menggunakan insektisida.

Pada kegiatan skrining sebagai salah satu tahap perakitan varietas, genotipe-genotipe dengan kemampuan pemulihan tidak dikategorikan sebagai genotipe terpilih. Genotipe mengalami pemulihan tetap dapat bertahan hingga tanaman menghasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fisiologi genotipe-genotipe yang memiliki kemampuan pulih atau *recovery* dibandingkan dengan genotipe-genotipe tahan, dan rentan, sehingga dapat digunakan sebagai genotipe terpilih.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan penelitian

Genotipe-genotipe uji yang digunakan merupakan hasil persilangan antara Ketonggo x Utri Merah dan Ketonggo x ARC12596. Sebanyak 230 genotipe dari masing-masing F₂ persilangan diuji bersama dengan varietas pembanding tahan (Tukad Petanu) dan varietas pembanding rentan (*Thaicung Native 1* = TN1). Wereng hijau (*Nephotettix virescens*) yang digunakan sebagai vektor merupakan hasil perbanyakan dari rumah kaca BBPadi. Sumber inokulum tungro berasal dari Subang, Jawa Barat yang memiliki tingkat virulensi tinggi (073) (Suprihanto *et al.*, 2010).

2.2. Inokulasi virus dan pemeliharaan tanaman

Inokulasi virus tungro pada genotipe-genotipe uji dilakukan pada bulan Februari 2018. Metode yang digunakan mengikuti Azzam *et al.* (2000), dengan metode *forced-tube inoculation*. Serangga wereng hijau diberi makan tanaman sakit sebagai sumber inokulum selama 1 x 24 jam di dalam kurungan kasa. Vektor *viruliferus* dimasukkan ke dalam *test tube* berisi benih (2 serangga per benih) selama 1 x 24 jam. Pemindahan wereng hijau dari tempat perbanyakan ke tube inokulasi menggunakan aspirator dari selang dan ditutup kain kasa.

Bibit yang telah diinokulasi kemudian dipindahkan dalam baki-baki berisi tanah sawah dan ditempatkan dalam rumah kaca. Setelah pengamatan skor ketahanan pada 4 minggu setelah inokulasi, tanaman dipindahkan ke kebun percobaan untuk pengamatan fisiologi tanaman dan skor ketahanan pada vase vegetatif.

2.3. Metode penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen tanpa rancangan tata ruang

karena benih yang digunakan adalah benih F₂ yang masih mengalami segregasi (Baihaki, 2000). Skoring dilakukan pada genotipe-genotipe uji dan kontrol pada dua, empat, dan sepuluh minggu setelah inokulasi, berdasarkan sistem evaluasi standar (SES) untuk padi dengan skala 1-9 yang ditunjukkan pada Tabel 1 (IRRI, 2014). Genotipe-genotipe dikelompokkan berdasarkan perubahan hasil skoring pada setiap waktu pengamatan. Pengelompokan dibagi menjadi grup genotipe tahan, grup genotipe rentan dan grup genotipe yang mengalami pemulihan (*recovery*).

Tabel 1. Skor gejala penyakit tungro (IRRI, 2014)

Skala	Deskripsi
1	Tidak ada gejala serangan
3	Berkurangnya tinggi tanaman 1-10%, perubahan warna daun dari kuning ke kuning oranye tidak jelas
5	Berkurangnya tinggi tanaman 11-30%, perubahan warna daun dari kuning ke kuning oranye tidak jelas
7	Berkurangnya tinggi tanaman 31-50%, perubahan warna daun dari kuning ke kuning oranye jelas
9	Berkurangnya tinggi tanaman >50%, perubahan warna daun dari kuning ke kuning oranye jelas

Pengamatan pada karakter fisiologis dilakukan pada karakter-karakter yang dianggap memiliki pengaruh terhadap keberadaan virus dan pertumbuhan tanaman yaitu:

- Indeks kandungan klorofil (CCI), pengukuran indeks kandungan klorofil dilakukan dengan menggunakan alat klorofil meter (Chlorophyll Meter Opti-Sciences CCM-200 plus) dalam satuan *Chlorophyll Content Index* (CCI). Pengukuran dilakukan pada daun ke-3 dari atas.
- Jumlah konduktansi stomata ($\text{mmol m}^{-2}\text{S}^{-1}$), pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat Leaf Porometer, pada daun ketiga dari atas pada setiap sampel.
- Terhambatnya fotosintesis (Fv Fm^{-1}), pengukuran terhambatnya fotosintesis dengan mengukur nilai kuantum efisiensi fotosintesis menggunakan *Handy Pea Chlorophyll Fluorescence*.

2.4. Analisis data

Setiap grup genotipe yang diperoleh dari skoring gejala serangan dilakukan uji normalitas dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Pengujian juga dilakukan pada dua varietas cek. Uji beda Mann-Whitney U digunakan untuk

membandingkan data fisiologi pertumbuhan genotipe grup *recovery* terhadap genotipe grup tahan, genotipe grup rentan, dan varietas cek.

3. Hasil

3.1. Indeks kandungan klorofil

Klorofil merupakan pigmen utama pada tanaman dan memberikan warna hijau pada daun. Hasil uji beda antara grup genotipe mengalami *recovery* dengan grup genotipe tahan dan varietas cek tahan pada kandungan klorofil tidak memperlihatkan ada perbedaan pada kedua persilangan. Perbedaan secara signifikan terlihat bila dibandingkan dengan grup genotipe rentan dan cek rentan (Tabel 2.). Hal ini menunjukkan bahwa grup genotipe *recovery* dapat tetap hijau (*stay green*) dan lambat mengalami degradasi klorofil.

3.2. Konduktansi stomata

Nilai konduktansi stomata pada grup genotipe *recovery* persilangan Ketonggo x Utri Merah tidak berbeda secara signifikan dengan grup genotipe tahannya. Perbedaan nyata terlihat bila dibandingkan dengan genotipe rentan, varietas cek rentan dan varietas cek tahan. Cek tahan memiliki nilai konduktansi stomata yang lebih kecil dibandingkan dengan grup genotipe *recovery*, sehingga tingkat konduktansi stomata grup genotipe *recovery* lebih tinggi. Pada genotipe-genotipe persilangan Ketonggo x ARC12596, grup genotipe *recovery* memiliki konduktansi stomata yang sama dengan genotipe tahan dan berbeda signifikan bila dibandingkan dengan cek tahannya (Tabel 2).

3.3 Penghambatan fotosintesis

Penggunaan alat *chlorophyll fluorescence* digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi maksimum fotosintesis (Fv Fm^{-1}) sebagai parameter fotosintesis. Nilai kuantum efisiensi fotosintesis pada grup genotipe *recovery* tidak berbeda nyata dengan tanaman cek tahan pada kedua persilangan. Bila dibandingkan dengan genotipe tahan, pada persilangan Ketonggo x Utri Merah menunjukkan berbeda nyata namun nilai grup genotipe *recovery* lebih besar daripada grup genotipe tahan. Hal ini berarti grup *recovery* memiliki efisiensi stomata yang lebih tinggi daripada grup genotipe tahan. Perbedaan signifikan terlihat bila dibandingkan dengan nilai rata-rata pada cek rentan yaitu 0,664 pada

persilangan Ketonggo x Utri Merah dan 0,666 pada persilangan Ketonggo x ARC12596 (Tabel 2). Ritchie (2006) menyatakan bahwa nilai Fv Fm⁻¹ daun dalam kisaran 0,7 dan 0,8 menunjukkan

bahwa tanaman tidak dalam keadaan tertekan. Hal ini menunjukkan bahwa genotipe-genotipe *recovery* memiliki tingkat efisiensi fotosintesis optimum.

Tabel 2. Rata-rata karakter fisiologi grup genotipe *recovery*, cek tahan, cek rentan, grup genotipe tahan dan grup genotipe rentan pada kedua persilangan

Karakter pengamatan	Rata-rata perlakuan			Cek tahan	Cek rentan
	Grup genotipe <i>recovery</i>	Grup genotipe tahan	Grup genotipe rentan		
Ketonggo x Utri Merah					
kandungan klorofil	28,8±7,2	29,3±9,8	12,3±8,8*	26,0±10,8	6,4±2,9*
konduktansi stomata	473,1±127,1	405,7±145,0	133,0±104,4*	261,1±29,6*	82,5±47,0*
Kuantum efisisensi fotosintesis	0,749±0,0	0,713±0,1*	0,605±0,2*	0,723±0,0	0,664±0,1*
Ketonggo x ARC12596					
kandungan klorofil	23,8±4,3	23,0±3,0	15,8±8,5*	24,0±1,4	14,0±3,3*
konduktansi stomata	283,9±133,3	345,0±159,7	145,2±78,7*	522,8±69,8*	125,8±29,5*
Kuantum efisisensi fotosintesis	0,727±0,0	0,745±0,0	0,635±0,2*	0,742±0,0	0,666±0,0*

Keterangan: * signifikan bila dibandingkan dengan rata-rata grup genotipe *recovery* menggunakan uji beda Mann-Whitney U.

4. Pembahasan

Perubahan warna daun dari hijau menjadi kuning merupakan salah satu gejala tungro di lapangan. Tanaman tergolong rentan tungro memiliki warna daun kuning hingga oranye yang merupakan akibat dari berkurangnya klorofil (Tabel 2.). Senoaji & Praptana (2013), mengemukakan bahwa pengurangan pigmen klorofil pada tanaman terinfeksi virus mengakibatkan daun berubah warna menjadi kekuningan. Jabeen *et al.* (2017), juga memberikan pernyataan yang senada yaitu terdapat adanya pengurangan kandungan klorofil a dan b yang semakin besar pada tanaman rentan, diikuti oleh tanaman yang moderat dan kemudian tanaman tahan. Pengurangan kandungan klorofil karena penyakit tanaman, menurut Mishra *et al.* (2015), memberikan pengaruh terhadap proses fotosintesis.

Keberadaan patogen dapat mengganggu fisiologi tanaman, salah satunya penurunan jumlah klorofil, meskipun lingkungan dalam keadaan optimum bagi tanaman. (Agustamia *et al.*, 2016).

Kandungan klorofil sendiri merupakan salah satu indikator proses fotosintesis pada tanaman. Fungsi utama klorofil dalam fotosintesis menurut Ai dan Banyo (2011) yaitu memanfaatkan energi matahari, memicu fiksasi CO₂ untuk menghasilkan karbohidrat dan menyediakan energi. Pada tanaman sakit, jumlah kandungan klorofil yang sedikit mengakibatkan proses fotosintesis yang tidak optimum. Hal ini memberikan pengaruh terhadap produksi yang dihasilkan tanaman.

Virus masuk ke dalam jaringan tanaman memberikan pengaruh terhadap konduktansi stomata. Konduktansi stomata merupakan respon membuka dan menutupnya stomata yang dipengaruhi oleh ukuran lubang stomata dan kerapatan stomata (Jiménez *et al.*, 2013; Murray *et al.*, 2016). Menurut Sholeh *et al.* (2017), peran stomata sebagai alat untuk lalu lintas gas pada tanaman berjalan seiring dengan tingkat konduktansi stomata. Pembukaan stomata, menurut Lestari (2007), dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida, kelembaban, suhu, angin, cahaya, dan potensial air daun. Setiawan *et al.* (2012), mengemukakan bahwa saat nilai konduktansi stomata tinggi maka jumlah

karbondioksida yang dapat masuk semakin banyak dan laju transpirasi meningkat. Keberadaan virus tungro pada jaringan xylem (Cruz *et al.*, 1992), menghambat pengakut air dari tanah ke daun. Pada tanaman kekurangan air menurut Sujinah & Jamil (2016), memperlambat laju transpirasi dengan cara menutup stomata dan memperkecil luas permukaan daun. Murray *et al.* (2016), melaporkan bahwa pada tanaman *Arabidopsis thaliana* dan *Nicotiana tabacum* yang rentan terhadap infeksi virus mengalami penurunan kerapatan stomata yang pada akhirnya menyebabkan penurunan rata-rata transpirasi. Pada grup genotipe *recovery*, memperlihatkan konduktansi stomata yang tidak berbeda dengan grup genotipe tahan.

Keadaan tanaman yang terserang penyakit juga memberikan pengaruh terhadap proses fotosintesis. *Chlorophyll fluorescence* digunakan secara umum dalam menganalisa mekanisme fotosintesis tanaman pada lingkungan tertekan dan menjadi metode dalam melakukan seleksi tanaman terhadap ketahanan virus (Guo *et al.*, 2005). Ritchie (2006), menyatakan bahwa tanaman dalam kondisi optimum bila nilai Fv/Fm daun dalam kisaran 0,7 dan 0,8. Nilai kuantum efisiensi fotosintesis grup genotipe *recovery* pada kedua persilangan lebih dari 0,7 yang menunjukkan bahwa fotosintesis pada tanaman *recovery* tidak terhambat. Menurut Jabeen *et al.* (2017), penurunan efisiensi fotosintesis tanaman dapat disebabkan oleh infeksi virus yang berpengaruh juga pada luas daun, kandungan klorofil, dan aliran nutrisi dalam tanaman.

Fotosintesis pada tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah luas daun, jumlah klorofil, serta faktor lingkungan. Luas daun berkaitan dengan kapasitas penyerapan cahaya. Cahaya yang diserap daun digunakan untuk sintesis klorofil yang kemudian berubah menjadi energi kimia pada proses fotosintesis. Laju fotosintesis adalah tolak ukur pertumbuhan yang berkaitan dengan produksi tanaman (Ningsih *et al.*, 2012). Pada tanaman dengan efisiensi fotosintesis maksimum, akan menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan yang juga maksimal.

5. Kesimpulan

Pada genotipe-genotipe *recovery* dari kedua persilangan memiliki indeks kandungan klorofil, dan konduktansi stomata yang tidak berbeda dengan genotipe-genotipe tahan. Grup genotipe *recovery* memiliki efisiensi fotosintesis yang lebih tinggi daripada grup genotipe tahan pada

persilangan Ketonggo x Utri merah. Genotipe-genotipe dengan kemampuan pemulihan memiliki kemampuan tumbuh dan bertahan yang sama atau lebih baik dibandingkan dengan genotipe-genotipe tahan. Varietas yang berasal dari genotipe-genotipe *recovery* dapat digunakan sebagai pergiliran varietas untuk menekan penyebaran tungro.

6. Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Dr. Rahmini and Dr. Suprihanto, S.P., M.Sc. dan staf kelompok peneliti BB Padi atas dukungan penyelesaian penelitian

Daftar Pustaka

- Agustamia C, Widiastuti A, Sumardiyono C. 2016. Pengaruh Stomata dan Klorofil pada Ketahanan Beberapa Varietas Jagung terhadap Penyakit Bulai. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 20(2): 89-94.
- Ai NS, Banyo Y. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*. 11(2):166-171.
- Azzam O, Cabunagan RC, Chancellor T. 2000. *Methods for Evaluating Resistance to Rice Tungro Disease*. IRRI Discussion Paper Series No. 38. Makati City (Philippines): International Rice Research Institute, 40p.
- Baihaki A. 2000. Teknik Rancangan Analisis Penelitian Pemuliaan dalam Diktat Kuliah. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Bandung (*tidak dipublikasikan*).
- Guo DP, Guo YP, Zhao JP, Liu H, Peng Y, Wang QM, Chen JS, Rao GZ. 2005. Photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in leaves of stem mustard (*Brassica juncea* var. tsatsai) after turnip mosaic virus infection. *Plant Science*. 168(1): 57-63.
- Hibino H, Roechan M, Sudarisman S. 1978. Association of two types of virus particles with Penyakit Habang (tungro disease) of rice in Indonesia. *Phytopathology*. 68(10):1412-1416.
- Hibino H. 1996. Biology and epidemiology of rice viruses. *Annual Review of Phytopathology*. 34: 249-274.
- Hull R. 1996. Molecular biology of rice tungro viruses. *Annual review of phytopathology*. 34: 275-297.
- IRRI. 2014. *Standard Evaluation System (SES) for Rice*. 5th ed. IRRI, Manila.
- Jabeen A, Kiran T, Subrahmanyam D, Lakshmi D, Bhagyanarayana G, Krishnaveni D. 2017. Variations in chlorophyll and carotenoid

- contents in tungro infected rice plants. *Journal of Research and Development*. 5(1): 1-7.
- Jiménez S, Dridi J, Gutiérrez D, Moret D, Irigoyen JJ, Moreno MA, Gogorcena Y. 2013. Physiological, biochemical and molecular responses in four *Prunus* rootstocks submitted to drought stress. *Tree physiology*. 33(10) : 1061-1075.
- Khatun MT, Latif MA, Rahman MM, Hossain M, Ansari TH, Nessa B, Khan MAI, Ali MA, Hanafi MM. 2018. Recovering Ability of Upland and Rainfed Lowland Rice Varieties Against Rice Tungro Disease. *Bangladesh Rice Journal*. 21(1): 91-100.
- Lestari P, Susilowati DN, Riyanti EI. 2007. Pengaruh Hormon Asam Indol Asetat yang dihasilkan *Azospirillum* sp. terhadap perkembangan akar padi. *Jurnal Agro Biogen*. 3(2): 66 – 72.
- Mishra CN, Kumar S, Gupta V, Tiwari V, Sharma I. 2015. Utilization of chlorophyll content index (CCI) to infer yellow rust severity in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Applied and Natural Science*. 7(1): 38-42.
- Murray RR, Embrow MS, Hetherington AM, Foster GD. 2016. Plant Virus Infections Control Stomatal Development. *Scientific reports*. 6:34507.
- Ningsih EP, Irfan DP, Diah R, Retno PS. 2012. Laju Fotosintesis Dan Kandungan Klorofil Kedelai pada Media Tanam Masam dengan Pemberian Garam Aluminium. *Jurnal AGROTROP*. 2(1):17-24.
- Nuryati L, Waryanto B, Noviati, Widaningsih R. 2015. Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan: Padi. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian. pp.46.
- Praptana RH, Sumardiyono YB, Hartono S, Trisyono YA. 2013. Patogenisitas virus tungro pada varietas tetua padi tahan tungro. *Jurnal Fitologi Indonesia*. 9(6): 186-192.
- Ritchie GA. 2006. Chlorophyll Fluorescence: What is it and what do the numbers mean? In: Riley LE, Dumroese RD, Landis TS (eds). *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations-2005*. Proc. RMRS-P-43. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p: 34-42.
- Senoaji W, Praptana R. 2013. Interaksi Nitrogen dengan Insidensi Penyakit Tungro dan Penedaliannya Secara Terpadu pada Tanaman Padi. *Iptek Tanaman Pangan*. 8(2):80-89.
- Setiawan, Tohari, Shiddieq D. 2012. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap akumulasi prolin tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Ilmu Pertanian*. 15(2): 85-99.
- Singh AK, Ponnuswamy R, Donempudi K, Mangrauthia SK. 2016. The differential reaction of rice hybrids to tungro virus by phenotyping and PCR analysis. *Journal of Phytopathology*. 164(3): 177-184.
- Soleh MA, Manggala R, Maxiselly Y, Ariyanti M, Anjarsari IRD. 2017. Respons konduktansi stomata beberapa genotipe tebu sebagai parameter toleransi terhadap stress abiotik. *Kultivasi*. 16(3): 490-493.
- Sujinah S, Jamil A. 2018. Mekanisme Respon Tanaman Padi terhadap Cekaman Kekeringan dan Varietas Toleran. *Iptek Tanaman Pangan*. 11(1): 1-8.
- Suprihanto IN, Widiarta, Kusdianan D. 2010. Evaluasi Virulensi Virus Tungro Dari Beberapa Daerah Endemi dan Uji Ketahanan Plasma Nutfah Padi. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 16(1): 33-41.
- Susanti AA, Waryanto B. 2017. Statistik Pertanian 2017. Pusat Data Pertanian. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Umar A, Wahyuni WS. 2013. Effectiveness of compost extract inducing systemic resistance in cigar tobacco plant against *Cucumber Mosaic Virus* (CMV). *Widyariset*. 16(2): 309-318.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Artikel Penelitian****Pengaruh Pelapisan Kitosan dan Perlakuan Pengemasan Terhadap Masa Simpan Brokoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*)*****The Influence of Chitosan Coating and Packaging Treatment to Extend the Shelf Life of Broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*)*****Niken Ayu Setyaputri*, Theresa Dwi Kurnia***Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana. Jl. Diponegoro No.52-60, Salatiga 50711*

Diterima: 01 Agustus 2019/ Disetujui: 11 September 2019

ABSTRACT

The main purpose of this study was to analyze the effect of chitosan concentration as a natural coating material combined with packaging treatment on broccoli. The other purpose was to extend the shelf life and quality of broccoli during storage at low temperatures, by determining the appropriate concentration of chitosan during storage at low temperatures (5°C). The experimental design used in this study was a factorial completely randomized design. The treatment factor for chitosan concentration was control (0%), 0.5%, 1% and 2%, combined with plastic wrapping and without packaging treatment. Combination of treatments: (1) not coated with chitosan (0%) without packaging treatment, (2) concentration of 0.5% chitosan without packaging treatment, (3) 1% chitosan concentration without packaging treatment, (4) 2% chitosan concentration without packaging treatment, (5) not chitosan coated (0%) packed with wrapping plastic, (6) 0.5% chitosan concentration packed with wrapping plastic, (7) 1% chitosan concentration packed with wrapping plastic, (8) 2% chitosan concentration is packed with plastic wrapping. The results showed that the coating treatment concentrations of 0.5% chitosan and 1% combined with platinum wrapping packaging treatments stored at low temperatures, were able to provide the best results to extend the shelf life of broccoli.

Keywords: *Broccoli; Chitosan; Coating; Packaging; Storage temperature.***ABSTRAK**

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh konsentrasi kitosan sebagai bahan pelapis alami yang dikombinasikan dengan perlakuan pengemasan pada brokoli. Tujuan lainnya adalah untuk memperpanjang umur simpan dan kualitas brokoli selama penyimpanan pada suhu rendah, dengan menentukan konsentrasi kitosan yang tepat selama penyimpanan pada suhu rendah. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap faktorial. Faktor perlakuan untuk konsentrasi kitosan adalah kontrol (0%), 0,5%, 1% dan 2% yang dikombinasikan dengan perlakuan pengemasan plastik wrapping dan tanpa perlakuan pengemasan yang disimpan pada suhu rendah (5° C). Kombinasi perlakuan yaitu: (1) tidak dilapisi kitosan (0%) tanpa perlakuan pengemasan, (2) konsentrasi kitosan 0,5% tanpa perlakuan pengemasan, (3) konsentrasi kitosan 1% tanpa perlakuan pengemasan, (4) konsentrasi kitosan 2% tanpa perlakuan pengemasan, (5) tidak dilapisi kitosan (0%) dikemas dengan plastik wrapping, (6) konsentrasi kitosan 0,5% dikemas dengan plastik wrapping, (7) konsentrasi kitosan 1% dikemas dengan plastik wrapping, (8) konsentrasi kitosan 2% dikemas dengan plastik wrapping. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan pelapisan konsentrasi kitosan 0,5% dan 1% yang dikombinasikan dengan perlakuan pengemasan plastik wrapping yang disimpan pada suhu rendah, mampu memberikan hasil yang paling baik untuk memperpanjang umur simpan brokoli.

Kata kunci: *Brokoli; Kitosan; Pelapisan; Pengemasan; Suhu penyimpanan.*

*Korespondensi Penulis.

E-mail : nikenayu968@gmail.com (N.A.Setyaputri)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v3i2.76>

1. Pendahuluan

Produk pertanian merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan manusia. Produk pertanian setelah dipanen kualitasnya seringkali cepat menurun, hal ini dikarenakan produk hasil pertanian memiliki sifat yang mudah *rusak* (perishable). Konsumen tentu saja akan menginginkan produk hasil pertanian dengan kualitas yang baik. Salah satu produk sayuran yang masih sulit dalam penanganannya terutama pada masalah masa simpan adalah brokoli.

Perlakuan pascapanen pada brokoli dapat dilakukan dengan memotong batang dengan posisi kerucut serta menyisakan empat helai daun teratas dan batang disisakan sepanjang 9 cm dari curd (Musaddad, 2013). Tanpa perlakuan pascapanen, masa simpan brokoli tergolong singkat ± 2 hari atau 3 hari. Hal ini dikarenakan brokoli masih melakukan proses metabolisme. Faktor lain yang dapat mempengaruhi proses metabolisme yaitu keberadaan kadar air bahan yang tinggi (Widyasanti, 2018). Salah satu proses metabolik yang terjadi adalah respirasi dan transpirasi (Hasbullah, 2007). Macam-macam teknik yang dapat dilakukan untuk menjaga kesegaran produk pertanian dalam waktu yang cukup lama dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya dengan cara penggunaan desinfektan, penggunaan suhu rendah dan peningkatan kelembaban, penggunaan pengemas yang protektif, pengemasan atmosfir termodifikasi, penggunaan bahan pengawet, perlakuan pemanasan, penurunan aktivitas air, dan iradiasi (Firmansyah *et al.*, 2016). Perlakuan lain yang dapat dilakukan untuk meningkatkan umur simpan brokoli adalah dengan pelapisan atau *Coating*. Pelapisan adalah suatu metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan menghindari kontak dengan oksigen, sehingga proses pemasakan dapat diperlambat (Firmansyah *et al.*, 2016).

Pada penelitian (Firmansyah *et al.*, 2016) menggunakan pelapis kitosan 1,25% untuk memperpanjang umur simpan buah pepaya california berhasil memperpanjang umur simpan buah pepaya. Lapisan kitosan yang ditambahkan di permukaan buah ini juga tidak berbahaya bila ikut dikonsumsi. (Sitorus dkk, 2014), semakin tinggi konsentrasi kitosan yang menutupi permukaan buah, maka kehilangan air akibat proses transpirasi dapat dicegah sehingga persentase susut bobot rendah. Selain itu, semakin tinggi konsentrasi kitosan mengakibatkan semakin kecilnya rongga udara sehingga proses respirasi dan oksidasi semakin lambat.

Pengemasan plastik menurut (Shahnawaz *et al.*, 2012) dapat menyebabkan adanya modifikasi atmosfir dengan menekan proses respirasi. Perlakuan pengemasan merupakan salah satu usaha yang cukup efektif dilakukan untuk mempertahankan kesegaran dan umur simpan produk hasil pertanian. Selain untuk memperindah atau mempercantik tampilan, dan meningkatkan harga jual.

Selain pengemasan, perlakuan pendinginan juga merupakan salah satu usaha perlakuan pasca panen yang dirasa paling efektif menurunkan laju respirasi. Dimana aktifitas metabolisme dan enzim akan menurun pada suhu rendah. Suhu rendah juga akan menghambat produksi etilen (Mudyantini *et al.*, 2015).

Perlakuan terbaik kitosan pada buah sawo untuk memperpanjang masa simpan yaitu pada kitosan 3%, karena pada perlakuan ini buah tetap keras dan pelapisan 3% yang menunjukkan tingkat respirasi yang paling rendah (Mudyantini *et al.*, 2015). Pelapisan belum banyak dikembangkan untuk memperpanjang masa simpan sayuran, tetapi banyak dikembangkan untuk melapisi buah-buahan. Pelapisan menggunakan kitosan belum pernah dilakukan sebelumnya pada brokoli, sehingga pada penelitian ini akan diuji cobakan pada brokoli. Salah satunya dikarenakan bahan pelapisan dapat menempel langsung di produk segar hasil pertanian, sehingga diharapkan masa simpan akan semakin panjang. Keterbaharuan dalam penelitian adalah tentang pemanfaatan kitosan sebagai bahan pelapis alami yang dikombinasikan dengan perlakuan pengemasan untuk memperpanjang masa simpan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh pemberian berbagai konsentrasi kitosan dan pengaruh pengemasan terhadap masa simpan brokoli.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Mei 2019 di Laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga. Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah oven, buret, statif, timbangan analitik, spektrofotometer, dan plastik wrapping. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah brokoli dengan ciri-ciri warna daun hijau tua dan berumur sekitar 45-65 hari setelah tanam, kitosan dengan konsentrasi 0% (kontrol), 0,5%, 1%, 2%, asam asetat 1%, akuadest, iodium, amilum 1% dan DMSO.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap

faktorial (RAL). Faktor pertama adalah konsentrasi kitosan dan faktor kedua adalah pengemasan. Konsentrasi kitosan terdiri dari empat taraf yaitu control (0%), 0,5%, 1% dan 2%. Perlakuan pengemasan terdiri dari dua taraf yaitu pengemasan dengan plastik wrap dan tanpa dikemas. Terdapat delapan kombinasi perlakuan dari dua faktor perlakuan, yaitu (1) tidak dilapisi kitosan tanpa perlakuan pengemasan (K0T1), (2) konsentrasi kitosan 0,5% tanpa perlakuan pengemasan (K1T1), (3) konsentrasi kitosan 1% tanpa perlakuan pengemasan (K2T1), (4) konsentrasi kitosan 2% tanpa perlakuan pengemasan (K3T1), (5) tidak dilapisi kitosan dikemas dengan plastik wrapping (K0T2), (6) konsentrasi kitosan 0,5% dikemas dengan plastik wrapping (K1T2), (7) konsentrasi kitosan 1% dikemas dengan plastik wrapping (K2T2), (8) konsentrasi kitosan 2% dikemas dengan plastik wrapping (K3T2). Setiap taraf menggunakan 4 ulangan, sehingga dibutuhkan 32 satuan percobaan.

Peubah yang diamati dalam penelitian ini yaitu susut bobot, kadar air, kandungan vitamin C, kandungan klorofil total, aroma dan warna. Data hasil susut bobot dinyatakan dalam persen, analisis kadar air metode gravimetri, analisis vitamin C dengan metode titrasi dengan iodium, kadar klorofil diukur menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis, analisis warna dan aroma dilakukan dengan organoleptik. Data susut bobot, kadar air, warna, aroma dalam bentuk grafik dan tabel, data vitamin c dan klorofil dianalisis menggunakan sidik ragam dan diuji lanjut menggunakan uji BNJ pada taraf kesalahan 5%. Variabel yang diamati dan cara pembuatan larutan sebagai berikut:

Pembuatan larutan kitosan

Berdasarkan penelitian Hilma (2018), untuk masing-masing konsentrasi kitosan diambil sebanyak 0,5; 1 dan 2 gram, kemudian serbuk kitosan dilarutkan hingga 100 ml menggunakan asam asetat 1% (v/v) dan diaduk selama 15 menit menggunakan *magnetic stirrer*.

Pelapisan dan penyimpanan

Brokoli yang akan diberi perlakuan pelapis kitosan, dilakukan dengan cara mencelupkan brokoli pada larutan kitosan selama 10 menit, kemudian ditiriskan dan dikeringanginkan, hal ini dilakukan sama untuk semua konsentrasi. Setelah dilakukan perlakuan pelapisan dengan berbagai konsentrasi kemudian dilakukan perlakuan pengemasan dengan plastik wrap dan tanpa pengemasan serta disimpan pada suhu rendah

(5°C). Kegiatan pengamatan dan analisis dilakukan 3 hari sekali selama 12 hari.

Pengukuran susut bobot

Nilai susut bobot didapatkan dengan cara dibandingkan bobot awal (setelah pelapisan) dan bobot akhir pada hari dianalisis. Persentase susut bobot dihitung dengan rumus menurut Nasution *et al.* (2012).

Pengukuran kadar air

Kadar air diukur dengan menggunakan metode pemanasan, langkah yang dilakukan adalah, cawan petri kosong yang telah disiapkan ditimbang bobotnya terlebih dahulu. Kemudian sebanyak 5 gram sample ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan petri. Sample tersebut dimasukan kedalam oven dengan suhu 105°C selama 2 jam (Sudarmadji *et al.*, 1989).

Pengukuran kadar vitamin C

Kadar vitamin C diukur dengan menggunakan metode titrasi yodium, langkah yang dilakukan adalah Sebanyak 10 gram sampel ditimbang dan dihancurkan dengan menggunakan mortal dan alu kemudian dimasukkan ke dalam labu takar, lalu ditambahkan akuades sampai batas tera. Larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring dan hasil filtratnya diambil sebanyak 10 ml, ditambahkan 2 ml amilum 1% dan 20 ml akuades. Selanjutnya larutan tersebut dititrasi menggunakan Iodium sampai warna larutan menjadi biru. Perhitungan vitamin c yang terkandung dalam 10 gram sampel dapat ditentukan menggunakan rumus berikut dengan satuan mg asam askorbat

$$\text{Kadar vitamin C} = (\text{Volume titrasi} \times 0,88 \text{ mg} \times 10) / \text{mg asam askorbat}$$

(Sudarmadji *et all*, 1989).

Pengukuran kadar klorofil

Metode ekstraksi pigmen dengan DMSO, ekstraksi pigmen dilakukan dengan menimbang sebanyak 0,04 g sample, kemudian diiris menjadi 2 mm, dimasukkan ke dalam tabung rekasi, ditambahkan 5 ml DMSO, diinkubasi pada ruang gelap dan bersuhu ruang selama 48 jam, diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 480, 649, dan 665 nm. Larutan DMSO digunakan sebagai blanko.

Hasil nilai absorbansi yang didapat dimasukkan ke dalam perhitungan total klorofil menurut Sumanta *et al.*, (2014) sebagai berikut :

$$\text{Total Klorofil } (\mu\text{g ml}^{-1}) = (18,54 \times A_{649}) + (6,87 \times A_{665})$$

Keterangan:

A 665 = absorbansi pada panjang gelombang 665 nm

A 649 = absorbansi pada panjang gelombang 649 nm

A 480 = absorbansi pada panjang gelombang 480 nm

Pengamatan warna dan aroma

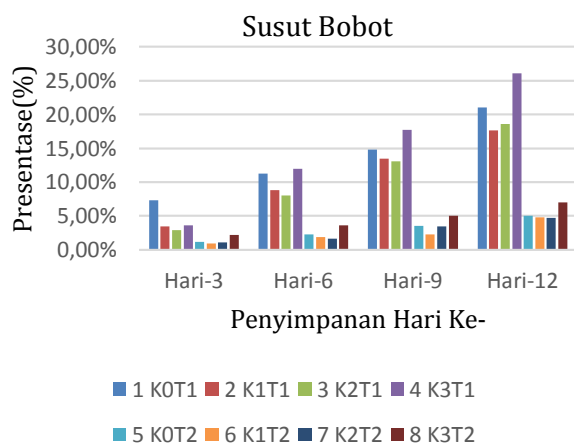
Pengamatan dilakukan dengan mengamati secara langsung warna dan aroma pada brokoli yang telah diberi perlakuan pelapisan kitosan dengan berbagai konsentrasi dan perlakuan pengemasan. Hasil pengamatan dicatat dalam skoring berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1. Skoring Warna dan Aroma

Skoring	Warna	Aroma
1	Warna kuning 0%	Tidak Berbau
2	Warna kuning 25%	Bau sedikit
3	Warna kuning 50%	Agak bau
4	Warna kuning 75%	Bau
5	Warna kuning 100%	Sangat bau

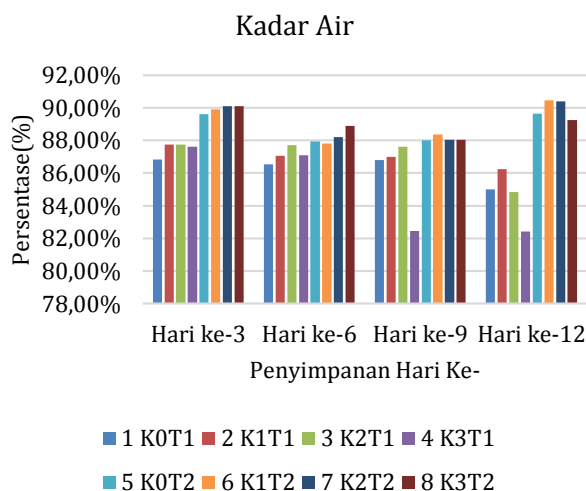
3. Hasil

Hasil penelitian memperlihatkan adanya peningkatan susut bobot dari masing-masing perlakuan. Gambar 1 menunjukkan nilai susut bobot harian dari brokoli pada berbagai perlakuan. Secara umum hasil analisis terhadap susut bobot terendah didapat pada perlakuan kitosan 0,5% dengan pengemasan plastik wrapping (K1T2) dan 1% dengan pengemasan plastik wrapping (K2T2). Susut bobot tertinggi pada perlakuan konsentrasi kitosan 2% dengan pengemasan (K3T1).



Gambar 1. Presentase rata-rata susut bobot pada berbagai konsentrasi kitosan dan perlakuan pengemasan

Hasil penelitian memperlihatkan adanya perubahan kadar air dari masing-masing perlakuan. Gambar 2 menunjukkan nilai kadar air harian dari brokoli pada berbagai perlakuan. Hasil kadar air dengan presentase tertinggi didapat pada perlakuan kitosan 0,5% dengan pengemasan plastik wrapping (K1T2) dan 1% dengan pengemasan plastik wrapping (K2T2). Presentase kadar air terendah pada perlakuan konsentrasi kitosan 2% dengan pengemasan (K3T1).



Gambar 2. Presentase rata-rata kadar air pada berbagai konsentrasi kitosan dan perlakuan pengemasan

Tabel 2. Rerata kandungan vitamin C

Konsentrasi Kitosan/ Pengemasan	Tanpa pengemasan (T1)	Dikemas dengan plastik wrap (T2)
Konsentrasi 0% (K0)	3,96	5,06
Konsentrasi 0,5% (K1)	4,62	5,94
Konsentrasi 1% (K2)	4,84	4,62
Konsentrasi 2% (K3)	4,18	4,62

Hasil analisis sidik ragam tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan untuk kandungan vitamin C. Tabel 2 memperlihatkan rerata kandungan vitamin C pada brokoli di setiap perlakuan. Pemberian perlakuan pelapisan kitosan dengan berbagai konsentrasi dan kontrol tidak mempengaruhi kandungan vitamin C pada brokoli.

Hasil sidik ragam memperlihatkan perbedaan yang nyata untuk perlakuan kemasan terhadap konsentrasi kitosan. Tabel 3 memperlihatkan hasil pengukuran terhadap kandungan klorofil total menunjukkan brokoli yang diberi perlakuan

pelapisan kitosan 2% dan tanpa perlakuan pengemasan (K3T1), memiliki kandungan klorofil tertinggi, sedangkan kandungan klorofil total terendah terdapat pada perlakuan kontrol tanpa perlakuan pengemasan (K0T1). Sedangkan pada perlakuan dengan pengemasan, seluruh konsentrasi kitosan menunjukkan rerata klorofil yang tidak berbeda nyata.

Tabel 3. Uji dwi arah rerata klorofil total (mg/g) brokoli pada berbagai konsentrasi kitosan dan perlakuan pengemasan

Konsentrasi Kitosan/ Pengemasan	Tanpa pengemasan (T1)	Dikemas dengan plastik wrap (T2)
Konsentrasi 0% (K0)	1,449 A a	1,659 A a
Konsentrasi 0,5% (K1)	7,083 A ab	7,188 A a
Konsentrasi 1% (K2)	5,194 A ab	5,875 A a
Konsentrasi 2% (K3)	8,840 B b	4,804 A a

Keterangan: Angka-angka dengan huruf kapital yang sama pada baris yang sama, dan huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 4. Skoring aroma dan warna brokoli pada berbagai konsentrasi kitosan dan perlakuan pengemasan

No	Keterangan	Hari ke-3		Hari ke-6		Hari ke-9		Hari ke 12	
		A	B	A	B	A	B	A	B
1	K0T1	1	1	2	2	3	3	5	4
2	K1T1	1	1	1	1	1	2	3	2
3	K2T1	1	1	1	1	1	2	3	2
4	K3T1	1	1	2	1	2	2	3	2
5	K0T2	1	1	2	1	3	3	4	3
6	K1T2	1	1	1	1	2	2	3	2
7	K2T2	1	1	1	1	2	2	3	2
8	K3T2	1	1	1	1	2	2	2	2

Keterangan : (A) aroma; (B) warna;

(A) skor 1 (tidak berbau), skor 2 (bau sedikit), skor 3 (agak bau), skor 4 (bau), skor 5 (sangat bau);

(B) skor 1 (warna kuning 0%), skor 2 (warna kuning 25%), skor 3 (warna kuning 50%), skor 4 (warna kuning 75%), skor 5 (warna kuning 100%).

Hasil skoring warna dan aroma menunjukkan semua perlakuan yang diberikan berbeda nyata terhadap aroma. Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan konsentrasi pelapisan kitosan dan perlakuan pengemasan dengan plastik wrapping memberikan pengaruh nyata terhadap aroma dan warna pada brokoli. Hal ini ditunjukkan oleh hasil skor pada tabel 4, hasil yang sangat nyata diperoleh pada hari terakhir penyimpanan yaitu pada hari ke 12. Warna dan aroma dengan hasil skoring tertinggi didapat pada konsentrasi kitosan 2% tanpa perlakuan pengemasan (K3T1) sedangkan hasil skoring terendah pada perlakuan kontrol (0%) kitosan dengan tanpa perlakuan pengemasan (K0T1).

4. Pembahasan

Susut bobot merupakan proses penurunan berat atau bobot yang disebabkan oleh proses respirasi, transpirasi maupun aktivitas bakteri. Menurut (Marisi *et al.*, 2016), Respirasi merupakan proses perombakan cadangan bahan organik dengan menggunakan oksigen yang ada, perombakan yang terjadi secara terus-menerus akan mengakibatkan susbstrat semakin berkurang. Kehilangan susut bobot pada buah selama penyimpanan disebabkan oleh kehilangan air sebagai akibat proses penguapan. Semakin tinggi persentase susut bobot artinya proses respirasi maupun traspirasi yang terjadi pada brokoli terbilang tinggi dan kebalikannya semakin rendah susut bobot berarti proses respirasi maupun traspirasi yang terjadi pada brokoli dapat dikatakan lebih rendah. Semakin lama penyimpanan, presentase susut bobot akan semakin meningkat.

Secara umum hasil analisis terhadap susut bobot menunjukan bahwa perlakuan kitosan 0,5% dengan pengemasan plastik wrapping (K1T2) dan 1% dengan pengemasan plastik wrapping (K2T2) (Gambar 1), dapat menekan susut bobot pada brokoli. Hal ini sesuai dengan Firmansyah *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa, pelapisan atau *coating* adalah suatu metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan menghindari kontak dengan oksigen. Pengemasan plastik menurut Shahnawaz *et al.* (2012) dapat menyebabkan adanya modifikasi atmosfer dengan menekan proses respirasi. Susut bobot tertinggi terlihat pada perlakuan konsentrasi kitosan 2% dengan pengemasan plastik wrapping (K3T1). Besarnya kehilangan susut bobot berkaitan erat dengan terjadinya kehilangan kadar air (Nasution *et al.* 2012).

Kadar air merupakan persentase kandungan air pada suatu bahan. Semakin tinggi presentase kadar air artinya kandungan air pada suatu bahan lebih tinggi dan kebalikannya semakin rendah presentase kadar air artinya kandungan air pada suatu bahan lebih rendah. Secara umum pemberian berbagai konsentrasi kitosan dan perlakuan pengemasan berpengaruh nyata terhadap kadar air. Hasil kadar air dengan hasil presentase tertinggi didapat pada kitosan 0,5% dikemas dengan plastik wrapping (K1T2) yang berarti perlakuan ini dapat mempertahankan kadar air pada brokoli. Kitosan 2% tanpa perlakuan pengemasan (K3T1) didapatkan presentase kadar air terendah (Gambar 2), hal ini menunjukkan bahwa pelapisan kitosan dengan konsentrasi 2% tidak dapat mempertahankan kadar air pada brokoli. Berdasarkan penelitian (Hilma *et al.*, 2018) konsentrasi pelapisan kitosan yang tinggi menyebabkan pori-pori atau rongga udara buah lebih tertutup dibandingkan dengan sampel yang konsentrasi kitosan lebih rendah sehingga transpirasi buah dapat ditekan selama penyimpanan. Selain itu, semakin tinggi konsentrasi kitosan mengakibatkan semakin kecilnya rongga udara sehingga proses respirasi dan oksidasi semakin lambat (Sitorus *et al.* 2014). Pada penelitian ini konsentrasi kitosan yang tinggi justru menunjukkan hasil kadar air rendah, hal ini dimungkinkan pori-pori atau rongga udara pada brokoli tertutup sepenuhnya atau bahkan pori-pori pada brokoli mengalami kerusakan seperti pengeriputan yang disebabkan oleh proses respirasi dan transpirasi semakin tinggi sehingga susut bobot semakin tinggi sementara kadar air rendah.

Penyimpanan brokoli pada suhu 5°C dapat menekan kehilangan kadar air pada produk pertanian. Hal ini sesuai dengan teori Marisi *et al.* (2016), penurunan suhu akan berakibat pada penurunan uap air yang berkaitan dengan proses respirasi. Semakin tinggi konsentrasi O₂ dalam ruang penyimpanan, kadar air buah akan semakin rendah. Menurut Rosalina (2012), pengemasan dapat mengurangi kehilangan kandungan air sayuran segar sehingga dapat mencegah terjadinya dehidrasi. Proses tersebut dapat mengaktifkan enzim dalam sel bahan. Aktivitas enzim dapat meningkatkan hidrolisis zat-zat dalam sel. Proses hidrolisis menghasilkan CO₂ dan H₂O sehingga dapat meningkatkan kandungan air. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Singh & Sagar (2010) yang menyatakan bahwa sayuran daun yang dikemas mengalami peningkatan kadar air selama penyimpanan.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan konsentrasi pelapisan kitosan dan perlakuan pengemasan dengan plastik wrap tidak memberikan pengaruh nyata pada setiap taraf perlakuan kitosan maupun pengemasan terhadap kadar vitamin C pada brokoli. Hal ini ditunjukkan oleh analisis sidik ragam diatas yang menunjukkan hasil huruf-huruf yang sama pada kolom atau tidak berpengaruh terhadap kandungan vitamin C pada brokoli (Tabel 2). Larutan kitosan mampu menghambat laju metabolisme sehingga proses sintesis vitamin C terhambat, proses metabolisme menyebabkan terjadinya perombakan glukosa menjadi vitamin C. Menurut Mudyantini *et al.*, (2015) suhu rendah mampu menghambat proses pembentukan vitamin C. Pelapisan kitosan dan suhu rendah menghambat masuknya gas antara lain oksigen sehingga respirasi dan metabolisme pembentukan vitamin C terhambat.

Hasil uji BNJ terhadap kandungan klorofil total menunjukan bahwa perlakuan kitosan 2 % tanpa perlakuan pengemasan (K3T1) mampu mempertahankan klorofil total (Tabel 3). Kandungan klorofil pada produk pertanian lambat laun akan berkurang. Berkurangnya kandungan klorofil pada produk pertanian disebabkan oleh meningkatnya aktivitas enzim klorofilase yang fungsinya mendegradasi klorofil (Mudyantini *et al.*, 2017).

Berkurangnya kandungan klorofil disebabkan oleh meningkatnya aktivitas enzim klorofilase yang fungsinya mendegradasi klorofil. Kandungan klorofil total total karotenoids terendah terdapat pada perlakuan kontrol tanpa perlakuan pengemasan (K0T1) (Tabel 3). Menurut Sumenda *et al.*, (2011) karotenoid biasanya memberikan warna merah, coklat, oranye dan kuning. Klorofil disintesis dengan cara fotoreduksi protoklorofilid menjadi klorofilid a, yang diikuti oleh esterifikasi fitol membentuk klorofil a. Klorofil a terdapat pada daun hijau namun juga terdapat pada daun dengan warna merah kecoklatan tetapi dengan jumlah sedikit. Klorofil b dibentuk dari klorofilid a atau klorofil a. Klorofil a dan b merupakan pigmen utama yang terdapat dalam membran tilakoid. Ajiningrum (2018) menyatakan bahwa pigmen karotenoid berperan sebagai pigmen tambahan yang membantu klorofil dalam menyerap energi cahaya.

Penyimpanan yaitu pada hari ke 12 warna dan aroma dengan hasil skoring tertinggi didapat pada konsentrasi kitosan 2% tanpa perlakuan pengemasan (K3T2) sedangkan hasil skoring terendah pada perlakuan kontrol (0%) kitosan dengan tanpa perlakuan pengemasan (K0T1) (Tabel 4). Perlakuan pelapisan kitosan mampu mempertahankan warna hijau pada brokoli yang

erat kaitannya dengan degradasi klorofil. Lama penyimpanan sangat berpengaruh terhadap nilai organoleptik warna dan aroma. Perubahan warna bahan pangan secara alami disebabkan oleh senyawa organik yaitu pigmen. Senyawa tersebut adalah klorofil, kloroplas, karotenoid, antosianin, antoxantin dan tanin yang tidak berwarna. Pigmen ini, dapat mengalami kerusakan karena perlakuan-perlakuan selama penanganan dan pengolahan (Mudyantini *et al*, 2015) Pemecahan klorofil sedikit demi sedikit secara enzimatis, disebabkan oleh aktivitas enzim klorofilase yang akan mengubah klorofil menjadi klorofiloid sehingga warna hijau akan memudar dan munculnya karotenoid.

Penyimpanan dengan konsentrasi udara yang diatur, laju respirasi buah dapat terhambat dan penurunan aroma dapat dicegah, perombakan bahan-bahan organik kompleks yang terjadi selama proses respirasi akan menghasilkan gula-gula sederhana dan asam-asam organik yang akan mempengaruhi aroma (Marisi *et al.*, 2016) dalam penelitian ini disimpan pada suhu teratur yaitu 5°C. Menurut Cervera *et al.*, (2007), Pembentukan pigmen warna pada sayuran dipengaruhi oleh suhu, cahaya dan kandungan karbohidrat. Kandungan karbohidrat adalah salah satu faktor terjadinya perubahan warna, kandungan karbohidrat berubah dalam proses respirasi. Pelapisan dengan kitosan dapat menekan proses respirasi dan transpirasi. Pelapisan dapat menghambat keluarnya gas, uap air dan menghindari kontak dengan oksigen, sehingga proses pemasakan dapat diperlambat (Firmansyah *et al.*, 2016). Perlakuan pengemasan dalam penelitian ini belum mampu mempertahankan warna dan aroma brokoli.

5. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan perlakuan kitosan 0,5% dengan pengemasan plastik wrapping dan perlakuan kitosan 1% dengan pengemasan plastik wrapping yang menunjukkan pengaruh cenderung lebih baik terhadap masa simpan brokoli berdasarkan parameter susut bobot dan kadar air. Perlakuan kitosan 2% tanpa perlakuan pengemasan menunjukkan pengaruh paling baik terhadap masa simpan brokoli berdasarkan parameter kadar klorofil total, aroma dan warna.

Daftar Pustaka

Ajiningrum PS. 2018. Kadar Total Pigmen Klorofil Tanaman *Avicennia marina* Pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda. *Jurnal*

Stigma. 11(2): 52-59. ISSN: 1412 – 1840 e-ISSN: 2621 – 9093.

Cervera SS, Olarte C, Echavarri JF, Ayala F. 2007. Influence of exposure to light on the sensorial quality of minimally processed cauliflower. *Journal of Food Science*. 37: 1, 12 – 18.

Firmansyah Y, Efendi R, Rahmayuni. 2016. Pemanfaatan Kitosan untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Pepaya Varietas *California*. *Jurnal SAGU*. Vol. 15 No. 2 : 11-20 ISSN 1412-4424.

Hasbullah R. 2007. Teknik Pengukuran Laju Respirasi Produk Hortikultura Pada Kondisi Atmosfir Terkendali. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 21 (4):7-11.

Hilma, Fatoni A, Sari DP. 2018. Potensi Kitosan sebagai *Edible Coating* pada Buah Anggur Hijau (*Vitis vinifera* Linn). *Jurnal Penelitian Sains*. Volume 20 Nomor 1.

Marisi, R. Nainggolan, Julianti E. 2016. Pengaruh Komposisi Udara Ruang Penyimpanan Terhadap Mutu Jeruk Siam Brastagi (*Citrus nobilis LOUR var Microcarpa*) selama penyimpanan suhu ruang. *J.Rekayasa Pangan dan Pert*. Vol.4 No. 3.

Mudyantini W, Anggarwulan E, Rahayu P. 2015. Penghambatan Pemasakan Buah Srikaya (*Annona squamosa* L.) dengan Suhu Rendah dan Pelapisan Kitosan. *AGRIC Jurnal Ilmu Pertanian*. Vol. 27, No. 1 & No.2, Juli & Desember 2015: 23 – 29.

Musaddad D, Suryatama G, Setiasih IS, Kastaman R. 2013. Perubahan Mutu Kubis Bunga Diolah Minimal Pada Berbagai Pengemasan dan Suhu Penyimpanan. *Jurnal IJAS*. Vol. 3, No. 3.

Nasution IS, Yusmanizar, Melianda K. 2012. Pengaruh Penggunaan Lapisan Edibel (*edible coating*), Kalsium Klorida, dan Kemasan Plastik Terhadap Mutu Nanas (*Ananas comosus* merr.) Terolah Minimal. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. Vol. (4) No.2, 2012.

Rosalina Y. 2012. Analisis Konsentrasi Gas Sesaat Dalam Kemasan Melalui Lubang Berukuran Mikro untuk Mengemas Buah Segar dengan Sistem Kemasan Atmosfer Termodifikasi. *Jurnal Agrotek*, vol. 5, no. 1, hlm. 53-8.

Shahnawaz M, Sheikh SA, Soomro AH, Panhwar AA, Khaskheli SG. 2012. Quality characteristics of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) stored in various wrapping materials. *African Journal of Food Science and Technology* 3(5): 123-128.

Singh U dan Sagar VR. 2010, 'Quality characteristic of dehydrated leafy vegetables influenced by packing material and storage temperature', *J. Sci. & Ind. Res.*, vol. 69, pp. 785-9.

- Sitorus RF, Karo TK dan Lubis Z. 2014. Pengaruh konsentrasi kitosan sebagai *edible coating* dan lama penyimpanan terhadap mutu buah jambu biji merah. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. volume 2(1): 1-10.
- Sudarmadji S, Suhardi, Haryono B. 1989. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.
- Sumanta N, Haque CI, Nishika J, Suprakash R. 2014. Spectrophotometric Analysis of Chlorophylls and Carotenoids from Commonly Grown Fern Species by Using Various Extraching Solvents. *Res. J. Chem. Sci.* Vol. 4(9), 63-69.
- Sumenda L, Rampe HL, Mantiri FR. 2011. Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda. *Jurnal Bioslogos*. Vol. 1, No. 1.
- Widyasanti A, Sudaryanto, Arini R, Asgar A. 2018. Pengaruh Suhu Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Optik Brokoli Selama Proses Pengeringan Vakum dengan Tekanan 15 cmhg. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. Vol. 22, No.1, ISSN 1410-1920, EISSN 2579-4019.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Artikel Penelitian****Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Karakter Agronomi Galur-Galur Sawi (*Brassica juncea* L.)*****Genetic Variability and Heritability of Agronomic Character Indian Mustard (*Brassica juncea* L.)*****Raihan Fadhil Muhammad, Budi Waluyo****Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.
Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur*

Diterima: 25 Juli 2019/ Disetujui: 18 September 2019

ABSTRACT

The objective of this research was study genetic variability, heritability, and select the appearance of superior agronomic character genotypes in 57 Indian mustard for use in raw materials of consumption and industrial. This research was conducted at Seed Bank and Nursery, Agrotechno Park Brawijaya University, Jatikerto Village, Malang Regency in December 2018 - April 2019. Method used was experiment which was arranged in augmented design. The treatment given was 60 genotypes of Indian mustard which consisted of 57 tested genotypes and 3 varieties as checks. The tested genotype will be spread into 5 blocks, while the three varieties of checks will be planted on each block, so there are 72 experimental units. Observed variables were agronomic characters consisted of 15 qualitative characters and 24 quantitative characters. Wide variability was found in the character of seeds per pod, number of pods per plant, and fresh weight. High heritability was found in the character of cotyledons, number of leaf consumption, fresh weight, age of seed harvest, number of pods per plant, length of pods, width of pods, and number of seeds per pod. There were Indian mustard which have superior characteristics for raw materials of consumption and industry.

Keywords: *Heritability; Genetic variability; Selection.***ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari variabilitas genetik, heritabilitas, dan menyeleksi penampilan genotipe karakter agronomi unggul pada 57 galur sawi untuk digunakan dalam bahan baku konsumsi dan industri. Penelitian ini dilaksanakan di Seed Bank and Nursery, Agrotechno Park Universitas Brawijaya, Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang pada bulan Desember 2018 – April 2019. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yang disusun dalam rancangan acak kelompok diperluas (augmented design). Perlakuan adalah 60 genotipe sawi yang terdiri dari 57 genotipe yang diuji dan 3 varietas sebagai cek. Genotipe yang diuji disebar kedalam 5 blok, sedangkan tiga varietas cek akan ditanam pada setiap blok, sehingga terdapat 72 satuan percobaan. Variabel pengamatan karakter agronomi terdiri atas 15 karakter kualitatif dan 24 karakter kuantitatif. Variabilitas yang luas terdapat pada karakter biji per polong, jumlah polong per tanaman, dan berat segar. Heritabilitas tinggi terdapat pada karakter panjang kotiledon, jumlah daun konsumsi, berat segar, umur panen benih, jumlah polong per tanaman, panjang polong, lebar polong, dan jumlah biji per polong. Terdapat galur-galur sawi yang mempunyai karakter unggul untuk bahan baku konsumsi dan industri.

Kata kunci: *Heritabilitas; Seleksi; Variabilitas genetik.*

*Korespondensi Penulis.

E-mail : budiwaluyo@ub.ac.id (B. Waluyo)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v3i2.72>

1. Pendahuluan

Sawi (*Brassica juncea* L.) termasuk kedalam kelompok *rapeseed* yang dapat dibudidayakan pada negara beriklim tropis dan subtropis ataupun daerah dengan curah hujan rendah. *B. juncea* memiliki sejumlah keunggulan agronomis yang penting karena memiliki waktu kematangan yang cepat, polong yang tidak pecah, dan memiliki ketahanan terhadap panas dan hama (Tahira *et al.* 2011). Kandungan minyak dalam biji sawi antara 28,6%-45,7% (Singh *et al.* 2012). Permintaan sawi di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan disebabkan semakin bertambahnya jumlah penduduk dan kesadaran masyarakat akan kebutuhan gizi (Erawan *et al.* 2013). Berdasarkan data statistik Kementerian Pertanian (2017) produksi sawi pada tahun 2016 sebesar 601.198 ton berada posisi ke-8 di bawah labusiam. Produksi sawi di Indonesia sejak tahun 2012-2016 mengalami fluktuatif, pada tahun 2012 hingga 2013 mengalami peningkatan produksi sawi, pada tahun 2013-2015 mengalami penurunan produksi, dan pada tahun 2015-2016 mengalami peningkatan produksi sebesar 0,17%. Tingginya kebutuhan sawi di Indonesia tentunya memerlukan pengembangan sawi sehingga memiliki produktivitas dan hasil minyak yang tinggi.

Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya sedang mengembangkan sawi yang didapatkan dari seleksi galur murni. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengembangkan dan meningkatkan produktivitas sawi adalah melalui program pemuliaan tanaman. Perbaikan karakter sawi melalui program pemuliaan tanaman memerlukan informasi parameter genetik yang berpengaruh terhadap fenotipe populasi tanaman. Variabilitas dapat digunakan untuk mempermudah dalam melakukan seleksi tetua untuk merakit varietas unggul baru (Zhigila *et al.* 2014). Variabilitas genetik dalam satu populasi dapat digunakan sebagai panduan memilih tetua dalam persilangan buatan untuk membentuk populasi hibrida sebagai materi seleksi (Sriyadi 2015).

Nilai heritabilitas menunjukkan bahwa suatu karakter lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan atau genetiknya (Machfud & Sulistyowati 2009). Seleksi terhadap populasi dengan heritabilitas tinggi akan lebih efektif dibandingkan pada populasi yang memiliki heritabilitas rendah karena pengaruh genetiknya yang lebih besar daripada pengaruh lingkungan yang berperan dalam ekspresi karakter tersebut (Syukur *et al.* 2010). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variabilitas genetik, nilai heritabilitas, dan penampilan yang baik dari galur-galur sawi

untuk dibutuhkan dalam skala industri dan konsumsi.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di *Seed Bank and Nursery, Agrotechno Park* Universitas Brawijaya, Desa Jatikerto, Kromengan, Kabupaten Malang, Jawa Timur pada bulan Desember 2018 – April 2019. Secara geografis letak kebun percobaan memiliki ketinggian 335 mdpl. Bahan tanam yang digunakan dalam penelitian yaitu 57 genotipe yang diuji hasil seleksi galur murni dan 3 varietas, yaitu AuraSS05, Shinta, dan Patas. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian yaitu pupuk kandang, pupuk ZA, NPK mutiara (16:16:16), plastik semai, kertas label, plastik klip, fungsida, dan pengendalian hama penyakit menggunakan pestisida. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok diperluas (*augmented design*). Genotipe yang diuji disebar ke dalam 5 blok, sedangkan tiga genotipe cek ditanam pada setiap blok, sehingga terdapat 72 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 7 tanaman dalam satu baris.

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas beberapa tahap yaitu, persiapan lahan, penyemaian, penanaman, pemasangan ajir, pengikatan tanaman, penyungkupan tanaman, pemeliharaan, panen konsumsi, dan panen benih. Pengamatan dilakukan pada semua tanaman yang terdapat pada plot. Pengamatan pada penelitian berupa karakter agronomi, yaitu 15 karakter kualitatif dan 24 karakter kuantitatif. Karakter kualitatif disajikan dalam bentuk persentase berdasarkan pada deskriptor *B. juncea* dari *International Union for the Protection of New Varieties of Plants* (UPOV) tahun 2017. Karakter kuantitatif dianalisis dengan menggunakan analisis varians untuk *augmented design* II (Tabel 1) (Sharma 2006), pendugaan nilai varians, nilai koefisien variasi, dan nilai heritabilitas. Nilai rata-rata dibandingkan dengan uji *Least Significant Increase* (LSI) untuk yang akan dilakukan jika hasil F hitung 5% berbeda nyata.

Varians fenotipe dan varians genotipe diduga berdasarkan persamaan komponen varians yang didapatkan dari hasil analisis varians *augmented design* II (Sharma 2006) sesuai dengan Tabel 1. Analisis varians *augmented design* II

$$\text{Varians Lingkungan: } \sigma_e^2 = KT_E$$

$$\text{Varians Fenotipe : } \sigma_f^2 = KT_g$$

$$\text{Varians Genetik : } \sigma_g^2 = KT_g - KT_E$$

Tabel 1. Analisis varians *augmented design* II

Sumber Ragam	Db	JK	KT	F _{hitung}
Blok (b)	b-1	JK _b	KT _b	KT _b /KT _E
Perlakuan (p)	(c+g)-1	JK _p	KT _p	KT _p /KT _E
Cek (c)	c-1	JK _c	KT _c	KT _c /KT _E
Genotipe Uji (g)	g-1	JK _g	KT _g	KT _g /KT _E
Cek Vs Genotipe	1	JK _{cg}	KT _{cg}	KT _{cg} /KT _E
Uji (cg)				E
Error (E)	(b-1)(c-1)	JK _E	KT _E	-
Total	(g+c.b)-1	JK _T	KT _T	

Keterangan: Db = Derajat Bebas, JK = Jumlah Kuadrat, KT = Kuadrat Tengah

Parameter variabilitas didapat dengan melakukan perhitungan nilai koefisien variasi genetik (KVG) dan koefisien variasi fenotipe (KVF) (Singh & Chaudhary 1979). Perhitungan KVG dan KVF dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{X}} \times 100\%$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{\bar{X}} \times 100\%$$

Keterangan: σ_f^2 = Varians Fenotipe; σ_g^2 = Varians Genetik; $\bar{X}$ = Nilai Rerata General

Berdasarkan koefisien variasi maka nilai <10% termasuk sempit, 10 – 25% sedang, dan >25% luas (Singh & Chaudhary 1979). Mengetahui pengaruh genetik dan non genetik dapat dilakukan melalui pendugaan nilai heritabilitas (Fehr 1991). Pendugaan nilai heritabilitas dapat menggunakan rumus:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

Keterangan: h^2 = Heritabilitas; σ_g^2 = Varians Genotipe; σ_e^2 = Varians Fenotipe

Kriteria nilai heritabilitas digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu heritabilitas rendah (<0,2), sedang (0,2-0,5), tinggi (>0,5) (Stansfield 1986). Seleksi tanaman yang memiliki penampilan baik menggunakan uji LSI untuk *augmented design* II (Petersen 1994). Genotipe yang terseleksi adalah nilai genotipe yang memiliki nilai rata-rata lebih besar dibandingkan rata-rata tiga varietas ditambah nilai LSI, berikut ini adalah persamaan LSI:

$$LSI = t_{\alpha} \sqrt{\frac{(b+1)(c+1)KTE}{b.c}}$$

Keterangan: t_{α} = Nilai tengah t-student pada α derajat bebas dari KTE pada satu arah (*one-tailed*); KTE= Kuadrat tengah error (galat); b = Jumlah blok; c = Jumlah cek

3. Hasil

3.1. Variabilitas Karakter Agronomi

Terdapat variabilitas yang bervariasi pada karakter panjang kotiledon, lebar kotiledon, berat segar, umur *bolting*, umur berbunga, umur panen benih, total polong jadi, panjang polong, dan lebar polong pada taraf 5%. Karakter jumlah daun konsumsi, panjang daun, lebar daun, panjang tangkai daun, panjang lobus, tinggi tanaman, panjang cabang pertama, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, panjang polong pertama, panjang tangkai, panjang paruh, jumlah biji per polong, dan berat 100 biji tidak memiliki variabilitas antar galur. Rentang variabilitas fenotipe yang luas ditunjukkan pada Tabel 2. Perbedaan yang signifikan di antara genotipe pada beberapa karakter yang diamati menunjukkan bahwa terdapatnya variasi genetik yang cukup besar dalam percobaan.

Berdasarkan hasil analisis varians dapat diperoleh nilai varians fenotipe dan varians lingkungan, dan dari nilai tersebut dapat dilakukan perhitungan varians genetik. Varians fenotipe digunakan untuk mendapatkan koefisien variasi fenotipe, sedangkan varians genetik digunakan untuk mendapatkan koefisien variasi genetik.

Berdasarkan nilai KVG dan KVF hasil analisis yang disajikan (Tabel 3) didapatkan bahwa nilai KVG dan KVF yang tinggi didapatkan pada karakter jumlah biji per polong (37,74 dan 53,31), jumlah polong per tanaman (95,86 dan 105,54), dan berat segar (60,54 dan 64,95). Nilai KVG yang rendah terdapat pada karakter lebar kotiledon (6,39), panjang daun (9,24), lebar daun (2,65), panjang lobus (8,65), lebar tangkai daun (1,35), umur *bolting* (7,33), umur berbunga (7,39), umur panen benih (6,07), jumlah cabang sekunder (5,58), panjang tangkai (9,61), dan berat 100 biji (7,48). Nilai KVF yang rendah terdapat pada karakter umur panen benih (6,44) dan tinggi tanaman (9,91).

Nilai heritabilitas (Tabel 3) yang tinggi terdapat pada karakter panjang kotiledon, jumlah daun konsumsi, berat segar, umur panen benih, jumlah polong per tanaman, panjang polong, lebar polong, dan jumlah biji per polong. Karakter yang memiliki nilai heritabilitas rendah yaitu karakter lebar daun (0,028), lebar tangkai daun (0,006), tinggi tanaman (-1,156), panjang cabang pertama (-1,241), jumlah cabang primer (-0,711), jumlah cabang sekunder (0,045), panjang polong pertama (-1,531), dan berat 100 biji (0,071). Nilai heritabilitas bernilai negatif (-) terdapat pada karakter tinggi tanaman, panjang cabang pertama, jumlah cabang primer, dan panjang polong pertama, hal ini disebabkan oleh varians genetik yang bernilai negatif (-).

Tabel 2. Rentang keragaman fenotipe, nilai rata-rata, dan kuadrat tengah berbagai variabel pengamatan pada 57 galur dan 3 cek tanaman sawi

No.	Karakter Agronomi	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Rata-Rata	Kuadrat Tengah
1.	Panjang kotiledon (mm)	3,86	9,10	6,64	2,0908*
2.	Lebar kotiledon (mm)	7,57	16,50	6,64	4,0888*
3.	Jumlah daun konsumsi	8,50	16,86	12,94	2,9296 ^{tn}
4.	Panjang daun (cm)	22,71	49,59	36,72	30,6106 ^{tn}
5.	Lebar daun (cm)	9,43	19,16	14,64	3,927 ^{tn}
6.	Panjang tangkai daun (cm)	8,63	23,36	15,84	7,9959 ^{tn}
7.	Panjang lobus (cm)	14,09	28,19	20,88	9,8725 ^{tn}
8.	Lebar tangkai daun (mm)	9,51	19,58	14,32	5,5891 ^{tn}
9.	Berat segar (gram)	35,08	563,03	162,34	9610,1377*
10.	Umur <i>bolting</i> (hst)	26,00	53,00	38,12	33,932*
11.	Umur berbunga (hst)	28,67	59,33	44,57	43,787*
12.	Umur panen benih (hst)	73,67	99,00	86,23	23,3597*
13.	Tinggi tanaman (cm)	103,75	188,93	148,12	244,5093 ^{tn}
14.	Panjang cabang pertama (cm)	63,83	130,13	91,95	173,9865 ^{tn}
15.	Jumlah cabang primer	6,50	18,00	11,53	4,5017 ^{tn}
16.	Jumlah cabang sekunder	10,75	53,00	29,43	72,3268 ^{tn}
17.	Jumlah polong per tanaman	1,00	291,00	59,32	3941,1537*
18.	Panjang polong pertama (mm)	15,50	42,50	25,83	31,7243 ^{tn}
19.	Panjang polong (mm)	17,15	47,71	26,31	30,1766*
20.	Lebar polong (mm)	2,87	6,06	3,77	0,3486*
21.	Panjang tangkai (mm)	9,55	25,42	16,74	14,2993 ^{tn}
22.	Panjang paruh (mm)	2,83	11,51	7,42	3,4147 ^{tn}
23.	Jumlah biji per polong	1,55	23,80	7,04	13,6276 ^{tn}
24.	Berat 100 biji (gram)	0,04	0,23	0,13	0,0016 ^{tn}

Keterangan: * = berbeda nyata taraf 5%, ^{tn} = tidak berbeda nyata

Tabel 3. Memperkirakan varians genetik dan fenotipe, koefisien variasi fenotipe dan genetik, dan nilai duga heritabilitas

No.	Karakter Agronomi	σ_f^2	σ_g^2	KVG (%)	KVF (%)	h^2
1.	Panjang kotiledon (mm)	1,1953	0,7620	13,15	16,47	0,637
2.	Lebar kotiledon (mm)	1,5175	0,5258	6,39	10,85	0,346
3.	Jumlah daun konsumsi	3,0571	1,7042	10,09	13,52	0,557
4.	Panjang daun (cm)	36,4763	11,5155	9,24	16,45	0,316
5.	Lebar daun (cm)	5,2711	0,1490	2,64	15,69	0,028
6.	Panjang tangkai daun (cm)	8,2793	3,1724	11,25	18,17	0,383
7.	Panjang lobus (cm)	12,1085	3,2659	8,65	16,66	0,270
8.	Lebar tangkai daun (mm)	6,3134	0,0371	1,35	17,55	0,006
9.	Berat segar (gram)	11116,8851	9658,8828	60,54	64,95	0,869
10.	Umur <i>bolting</i> (hst)	18,4635	7,8150	7,33	11,27	0,423
11.	Umur berbunga (hst)	23,4736	10,8431	7,39	10,87	0,462
12.	Umur panen benih (hst)	30,8420	27,4373	6,07	6,44	0,890
13.	Tinggi tanaman (cm)	215,4269	-249,4312	10,66	9,91	-1,158
14.	Panjang cabang pertama (cm)	163,7369	-203,1656	15,50	13,92	-1,241
15.	Jumlah cabang primer	2,8899	-2,0553	12,44	14,75	-0,711
16.	Jumlah cabang sekunder	60,5272	2,6973	5,58	26,43	0,045
17.	Jumlah polong per tanaman	3919,6853	3233,7936	95,86	105,54	0,825
18.	Panjang polong pertama (mm)	23,7534	-36,3549	23,34	18,87	-1,531
19.	Panjang polong (mm)	27,6952	21,5405	17,64	20,01	0,778
20.	Lebar polong (mm)	0,3190	0,2672	13,71	14,98	0,838
21.	Panjang tangkai (mm)	9,2559	2,5876	9,61	18,18	0,280
22.	Panjang paruh (mm)	3,3435	1,1554	14,48	24,63	0,346
23.	Jumlah biji per polong	14,0828	7,0595	37,74	53,31	0,501
24.	Berat 100 biji (gram)	0,0014	0,0001	7,48	27,99	0,071

Keterangan: σ_f^2 = varians fenotipe, σ_g^2 = varians genetik, KVG = koefisien variasi genetik, KVF = koefisien variasi fenotipe, h^2 = heritabilitas

3.2. Karakter Kualitatif

Karakter kualitatif setiap genotipe uji dan genotipe cek di masukan dalam bentuk notasi sesuai dengan deskriptor *B. juncea* dari UPOV dan disajikan dalam bentuk persentase (Tabel 4).

Tabel 4. Persentase karakter kualitatif berbagai variabel pengamatan pada 57 galur dan 3 cek sawi

No.	Karakter	Kategori	Persentase (%)
1.	Warna antosianin hipokotil	Tidak ada	73,3
		atau lemah	
		Medium	20,0
		Kuat	6,7
		Membulat	8,3
		Bulat panjang	86,7
2.	Bentuk daun	Telur terbalik	5,0
3.	Lebar pelepah daun	Sempit	100
4.	Bulu halus pada bawah daun	Tidak ada atau sedikit	100
5.	Intensitas warna hijau pada daun	Medium	98,3
		Gelap	1,7
6.	Antosianin pada daun	Tidak ada atau sangat lemah	100
7.	Gelombang pada tepi daun	Lemah	88,3
		Medium	11,7
8.	Bentuk margin daun	Jarang	65
		Medium	35
9.	Tingkat kerutan pada daun	Tidak ada atau lemah	100
10.	Ujung lobus daun	Tidak ada	100
11.	Banyaknya lobus lateral	Tidak ada atau sangat sedikit	100
12.	Tipe pertumbuhan daun	Tegak	100
13.	Formasi kepala tanaman	Tidak ada	100
14.	Jenis batang utama	Kerucut sempit	40,0
		Kerucut luas	41,7
		Bulat	18,3
15.	Warna Biji	Coklat	93,3
		Hitam	6,7

3.3. Populasi Terseleksi

Nilai rata-rata antar populasi juga berperan dalam efektivitas seleksi yang dihubungkan pada ideotipe tanaman yang dibandingkan dengan genotipe pembanding. Karakter yang digunakan dalam uji LSI adalah karakter untuk bahan baku konsumsi dan industri. Karakter untuk keperluan bahan baku konsumsi terdapat pada karakter jumlah daun, berat segar, dan umur *bolting*. Karakter untuk keperluan bahan baku industri terdapat pada karakter umur berbunga, umur panen benih, jumlah polong per tanaman, panjang polong, jumlah biji per polong, dan berat 100 biji.

Berdasarkan pada (Tabel 5) bahwa terdapat beberapa genotipe uji yang memiliki karakter lebih baik daripada genotipe cek yang dibuktikan dengan nilai *adjusted mean* (kesesuaian rata-rata) genotipe uji yang lebih tinggi daripada rata-rata varietas ditambah nilai LSI. Kesesuaian rata-rata digunakan sebagai pembanding nilai varietas ditambah LSI karena telah dikurangi efek blok yang didapatkan dari perbandingan rata-rata varietas tiap bloknya.

Setelah setiap karakter diseleksi selanjutnya dilakukan pemberian skor (Tabel 5) untuk keperluan sawi konsumsi (skor 1) dan sawi industri yang diambil benihnya (skor 2) terhadap genotipe uji dengan total jumlah karakter yang memiliki nilai lebih tinggi daripada genotipe cek dan LSI. Genotipe uji yang memiliki skor besar adalah yang terbaik. Skor 1 dengan nilai terbesar (9) terdapat pada genotipe Bju (BW18) dan Bju (BW39) yang berarti 9 kali melampaui nilai rata-rata genotipe cek dan LSI. Skor 2 dengan nilai terbesar (13) terdapat pada genotipe Bju(BW52) yang berarti 13 kali melampaui nilai rata-rata genotipe cek dan LSI.

Tabel 5. Hasil uji LSI taraf 5% pada karakter jumlah daun konsumsi, umur *bolting* (hst), berat segar (gram), umur panen benih (hst), umur berbunga (hst), jumlah polong per tanaman, panjang polong (mm), jumlah biji per polong, berat 100 biji, dan total skor karakter yang diseleksi

No.	Galur	Adj. mean jumlah daun	Adj. mean umur <i>bolting</i>	Adj. mean umur berbunga	Adj. mean umur panen benih	Adj. mean berat segar	Adj. mean jumlah polong/ tanaman	Adj. mean panjang polong	Adj. mean jumlah biji/ polong	Adj. mean berat 100 biji	Skor 1	Skor 2
1.	Bju(BW1)	11,42	32,2 abc	37,12 abc	87,2	96,4	56,16	25,87	3,95	0,16 bc	3	3
2.	Bju(BW2)	15,71 ac	41,7	47,37	86,95	292,74 abc	154,33 abc	33,06 abc	14,15 abc	0,11 bc	5	9
3.	Bju(BW3)	12,28	33,78 abc	39,29 abc	72,62 abc	120,01	79,5	26,85	5,88	0,22 abc	3	9
4.	Bju(BW4)	11,56	38,95 c	44,62 c	84,95	45,03	33,83	21,84	6,83	0,06 bc	1	1
5.	Bju(BWD5)	14,14	32,45 abc	39,62 abc	80,45 abc	62,11	52,5	30,42 bc	7,55	0,13 bc	3	8
6.	Bju(BW6)	9,28	40,7	47,62	87,45	89,19	128,5 abc	29,56 b	10,17	0,17 bc	0	4
7.	Bju(BW7)	11,45	42,95	50,12	75,45 abc	77,32	115,83 abc	29,79 bc	9,3	0,12 bc	0	8
8.	Bju(BW8)	13,71	41,95	48,12	84,95	29,12	80,83	25,03	7,2	0,1 bc	0	0
9.	Bju(BW9)	14,1	32,92 abc	41,45 abc	88,25	105,3	59,67	32,05 bc	6,98	0,12 bc	3	5
10.	Bju(BW10)	13,1	28,17 abc	35,7 abc	89,42	90,13	72,42	34,15 abc	7,85	0,12 bc	3	6
11.	Bju(BW11)	16,1 abc	34,42 abc	38,45 abc	93,08	102,98	118,25 abc	36,53 abc	10,02	0,18 bc	6	10
12.	Bju(BW12)	13,24	27,92 abc	33,2 abc	81,42 ac	60,99	37,92	33,62 abc	7,66	0,1 bc	3	8
13.	Bju(BW13)	11,67	26,42 abc	40,45 abc	90,25	137,03	14,92	34,18 abc	8,53	0,11 bc	3	6
14.	Bju(BW14)	12,38	30,92 abc	38,2 abc	90,25	82,3	31,67	25,53	1,98	0,19 bc	3	4
15.	Bju(BW15)	13,67	31,17 abc	38,45 abc	83	497,76 abc	13,92	21,69	3,39	0,14 bc	6	3
16.	Bju(BW16)	14,67 a	33,67 abc	40,95 abc	79,75 abc	132,27	77,17	33,99 abc	11,28 b	0,11 bc	4	10
17.	Bju(BW17)	14,52 a	29,67 abc	36,2 abc	83	217,79	84,17	35,29 abc	10,68	0,12 bc	4	6
18.	Bju(BW18)	16,04 abc	35,01 abc	40,26 abc	82,39	308,55 abc	29,75	22,92	4,44	-0,01	9	3
19.	Bju(BW19)	13,18	31,68 abc	37,84 abc	81,72 ac	86,3	297,75 abc	33,41 abc	11,3 b	0,09 bc	3	12
20.	Bju(BW20)	14,68 a	34,01 abc	40,18 abc	84,39	206,1	51,42	28,74 b	9,8	0,11 bc	4	4
21.	Bju(BW21)	12,89	39,26 c	43,76 c	83,89	214,37	159 abc	33,86 abc	14,28 abc	0,1 bc	1	10
22.	Bju(BW22)	13,04	40,51	47,51	76,72 abc	300,8 abc	36,42	28,78 b	8,96	0,06 bc	3	4
	Aura	11,62	43,78	50,97	86,65	139,78	30,00	26,90	5,50	0,13		
	Patas	13,13	43,07	51,33	84,97	147,64	26,80	22,57	4,75	0,09		
	Shinta	11,97	47,92	55,30	86,13	151,69	26,50	23,84	7,15	0,13		
	Aura + LSI	14,35	36,11	42,61	82,31	229,59	91,60	32,73	11,73	0,22		
	Patas + LSI	15,86	35,39	42,97	80,63	237,46	88,40	28,41	10,98	0,18		
	Shinta + LSI	14,71	40,24	46,94	81,79	241,50	88,10	29,67	13,38	0,21		

Keterangan: Genotipe uji yang memiliki karakter lebih baik daripada genotipe cek ditambah nilai LSI ditandai dengan tanda a, b, dan c, a) memiliki karakter yang lebih baik daripada varietas Aura + LSI, b) memiliki karakter yang lebih baik daripada varietas Patas + LSI, c) memiliki karakter yang lebih baik daripada varietas Shinta + LSI

Tabel 5. (Lanjutan) Hasil uji LSI taraf 5% pada karakter jumlah daun konsumsi, umur *bolting* (hst), berat segar (gram), umur panen benih (hst), umur berbunga (hst), jumlah polong per tanaman, panjang polong (mm), jumlah biji per polong, berat 100 biji, dan total skor karakter yang diseleksi

No.	Galur	Adj. mean jumlah daun	Adj. mean umur <i>bolting</i>	Adj. mean umur berbunga	Adj. mean umur panen benih	Adj. mean berat segar	Adj. mean jumlah polong/ tanaman	Adj. mean panjang polong	Adj. mean jumlah biji/ polong	Adj. mean berat 100 biji	Skor 1	Skor 2
23.	Bju(BW23)	11,47	32,51 abc	38,51 abc	88,39	132,92	57,75	26,77	8,73	0,09 bc	3	3
24.	Bju(BW26)	15,01 ac	33,68 abc	28,18 abc	83,06	198,54	237,08 abc	31,86 bc	17,03 abc	0,11 bc	5	11
25.	Bju(BW27)	10,75	34,76 abc	40,51 abc	84,64	177,56	67,42	27,63	11,23 b	0,1 bc	3	4
26.	Bju(BW28)	14,52 a	38,04 c	43,87 c	86,58	120,58	68,42	13,72	4,02	0,12 bc	2	1
27.	Bju(BW29)	15,27 ac	24,04 abc	32,2 abc	78,25 abc	111,11	-16,75	13,68	3,42	0,12 bc	5	6
28.	Bju(BW30)	16,23 abc	32,54 abc	38,95 abc	83	139,53	107 abc	18,37	5,95	0,17 bc	6	6
29.	Bju(BW31)	13,95	35,04 abc	38,53 abc	79,92 abc	129,61	-5,92	13,96	2,1	0,24 abc	3	9
30.	Bju(BW33)	16,66 abc	38,04 c	45,45 c	88	181	118 abc	23,88	8,4	0,20 bc	4	5
31.	Bju(BW34)	11,38	33,29 abc	40,45 abc	85,5	133,98	0	13,51	3,85	0,14 bc	3	3
32.	Bju(BW35)	16,66 abc	38,79 c	46,7 c	86,25	282,21 abc	8,25	15,57	2,24	0,17 bc	7	1
33.	Bju(BW36)	16,52 abc	44,54	51,7	91	192,85	27,75	24,69	9,34	0,15 bc	3	0
34.	Bju(BW37)	12,52	37,71 c	46,53 c	77,92 abc	193,5	62,75	25,74	9,47	0,13 bc	1	4
35.	Bju(BW38)	16,38 abc	45,79	52,45	83,5	340,74 abc	17,08	20,67	5,18	0,09 bc	6	0
36.	Bju(BW39)	16,69 abc	33,04 abc	40,2 abc	80,25 abc	322,05 abc	97,75 abc	22,23	5,1	0,17 bc	9	9
37.	Bju(BW40)	15,23 a c	44,79	52,7	86,75	232,45 a	-2,75	14,59	2,38	0,15 bc	3	0
38.	Bju(BW41)	14,02	34,37 abc	41,53 abc	92,25	152,9	4,08	18,89	3,94	0,16 bc	3	3
39.	Bju(BW42)	12,52	32,04 abc	39,2 abc	87,25	119,91	4,75	11,91	0,72	0,20 bc	3	4
40.	Bju(BW43)	16,95 abc	38,29 c	49,45	95,25	261,19 abc	8,75	19,56	3,97	0,19 bc	7	1
41.	Bju(BW44)	14,02	35,04 abc	42,7 bc	89,75	179,27	134,25 abc	25,74	6,22	0,18 bc	3	6
42.	Bju(BW45)	12,23	34,04 abc	41,2 abc	89	108,66	12,25	18,83	4,96	0,13 bc	3	3
43.	Bju(BW46)	15,02 ac	35,71 ac	41,2 abc	84,92	241,01 ab	-10,25	18,61	7,47	0,13 bc	6	3
44.	Bju(BW47)	15,38 a c	36,54 c	43,45 c	84,25	208,42	66,25	21,97	6,15	0,12 bc	3	1
45.	Bju(BW48)	11,78	35,09 abc	38,48 abc	93,92	117,97	86,5	23,83	6,12	0,16 bc	3	3
	Aura	11,62	43,78	50,97	86,65	139,78	30,00	26,90	5,50	0,13		
	Patas	13,13	43,07	51,33	84,97	147,64	26,80	22,57	4,75	0,09		
	Shinta	11,97	47,92	55,30	86,13	151,69	26,50	23,84	7,15	0,13		
	Aura + LSI	14,35	36,11	42,61	82,31	229,59	91,60	32,73	11,73	0,22		
	Patas + LSI	15,86	35,39	42,97	80,63	237,46	88,40	28,41	10,98	0,18		
	Shinta + LSI	14,71	40,24	46,94	81,79	241,50	88,10	29,67	13,38	0,21		

Keterangan: Genotipe uji yang memiliki karakter lebih baik daripada genotipe cek ditambah nilai LSI ditandai dengan tanda a, b, dan c, a) memiliki karakter yang lebih baik daripada varietas Aura + LSI, b) memiliki karakter yang lebih baik daripada varietas Patas + LSI, c) memiliki karakter yang lebih baik daripada varietas Shinta + LSI

Tabel 5. (Lanjutan) Hasil uji LSI taraf 5% pada karakter jumlah daun konsumsi, umur *bolting* (hst), berat segar (gram), umur panen benih (hst), umur berbunga (hst), jumlah polong per tanaman, panjang polong (mm), jumlah biji per polong, berat 100 biji, dan total skor karakter yang diseleksi

No.	Galur	Adj. mean jumlah daun	Adj. mean umur <i>bolting</i>	Adj. mean umur berbunga	Adj. mean umur panen benih	Adj. mean berat segar	Adj. mean jumlah polong/ tanaman	Adj. mean panjang polong	Adj. mean jumlah biji/ polong	Adj. mean berat 100 biji	Skor 1	Skor 2
46.	Bju(BW50)	12,31	38,09 c	43,98 c	85,34	146,42	17,42	21,19	2,07	0,21 bc	1	3
47.	Bju(BW51)	12,31	41,42	49,31	94,67	225,92	23,08	24,86	2,57	0,24 abc	0	3
48.	Bju(BW52)	12,97	38,76 c	42,98 c	85,67	225,79	273,75 abc	48,08 abc	22,3 abc	0,22 abc	1	13
49.	Bju(BW53)	10,35	43,84	50,23	89,67	295,29 abc	42,08	30,97 bc	8,4	0,16 bc	3	2
50.	Bju(BW54)	13,93	39,59 c	45,73 c	90,42	432,71 abc	81,08	33,60 abc	10,33	0,17 bc	4	4
51.	Bju(BW55)	9,93	46,34	50,98	101,67	132,26	9,75	26,37	6,16	0,16 bc	0	0
52.	Bju(BW56)	13,93	37,84 c	42,48 abc	94,17	127,26	3,75	20,8	0,63	0,14 bc	1	3
53.	Bju(BW57)	12,07	36,09 a c	41,23 abc	86,92	131,09	55	26,62	8,6	0,14 bc	2	3
54.	Bju(BW58)	13,31	37,76 c	42,31 abc	78 abc	540,95 abc	11,42	24,11	3,33	0,21 bc	4	8
55.	Bju(BW59)	12,78	36,84 c	43,23 c	84,17	169,71	36,5	27,24	6,53	0,13 bc	1	1
56.	Bju(BW60)	14,5 a	34,09 abc	38,48 abc	87,67	307,37 abc	92 abc	22,87	4,15	0,16 bc	7	6
57.	Bju(BW61)	11,21	37,09 c	42,23 abc	87,17	156,17	95,5 abc	35,51 abc	7,38	0,17 bc	1	9
	Aura	11,62	43,78	50,97	86,65	139,78	30,00	26,90	5,50	0,13		
	Patas	13,13	43,07	51,33	84,97	147,64	26,80	22,57	4,75	0,09		
	Shinta	11,97	47,92	55,30	86,13	151,69	26,50	23,84	7,15	0,13		
	Aura + LSI	14,35	36,11	42,61	82,31	229,59	91,60	32,73	11,73	0,22		
	Patas + LSI	15,86	35,39	42,97	80,63	237,46	88,40	28,41	10,98	0,18		
	Shinta + LSI	14,71	40,24	46,94	81,79	241,50	88,10	29,67	13,38	0,21		

Keterangan: Genotipe uji yang memiliki karakter lebih baik daripada genotipe cek ditambah nilai LSI ditandai dengan tanda a, b, dan c, a) memiliki karakter yang lebih baik daripada varietas Aura + LSI, b) memiliki karakter yang lebih baik daripada varietas Patas + LSI, c) memiliki karakter yang lebih baik daripada varietas Shinta + LSI

4. Pembahasan

4.1. Variabilitas Karakter Agronomi

Hasil KVG dan KVF (Tabel 3) secara umum memiliki nilai KVF yang lebih besar daripada nilai KVG yang di tunjukan pada semua karakter kecuali tinggi tanaman dan panjang cabang pertama. Secara umum koefisien variasi fenotipe lebih tinggi daripada koefisien variasi genetik yang mengindikasikan bahwa lingkungan memainkan peran yang cukup besar dalam karakter-karakter tersebut (Aytaç & Kınacı 2009; Maurya *et al.* 2018). Nilai KVG yang lebih tinggi daripada KVF menunjukkan bahwa pengaruh lingkungan rendah dan sifat-sifat tersebut didukung oleh komponen genetik yang kuat (Hasan *et al.* 2015). Karakter

umur panen benih memiliki nilai KVG dan KVF yang rendah, hal tersebut menunjukkan bahwa variabilitas pada karakter umur panen benih adalah sempit. Nilai KVG dan KVF yang rendah menunjukkan bahwa variabilitas tersebut rendah dan kurang dipengaruhi oleh lingkungan (Jalata *et al.* 2011). Nilai KVG yang rendah menunjukkan peningkatan yang terbatas pada seleksi dengan karakter tersebut (Usman *et al.* 2014). Variabilitas genetik yang luas menunjukkan adanya pengaruh genetik yang lebih dominan daripada pengaruh lingkungan (Martono 2009).

Perbedaan nilai KVF dan KVG yang kecil terdapat pada umur panen benih, tinggi tanaman, panjang polong, dan lebar polong. Perbedaan nilai KVF dan KVG yang kecil menunjukkan kontribusi variasi lingkungan yang lebih rendah terhadap ekspresi

karakter-karakter tersebut (Aditya *et al.* 2011). Perbedaan yang besar antara variasi fenotipe dan genetic menunjukkan bahwa lingkungan memiliki peran penting terhadap karakter tersebut (Ali *et al.* 2002; Shekhawat *et al.* 2014). Variasi fenotipe dipengaruhi oleh jumlah tanaman per plot, replikasi, lokasi, dan tahun di mana genotipe dievaluasi yang pengukurannya dirata-rata untuk mendapatkan nilai tunggal per karakter. Pengaruh terbesar pada variasi fenotipe adalah nilai heritabilitas (Fehr 1991).

Karakter dengan heritabilitas tinggi mengindikasikan bahwa karakter tersebut banyak dipengaruhi oleh genetik (Sutjahjo *et al.* 2015). Varians genetik yang tinggi memiliki pengaruh lingkungan yang lebih sedikit sehingga memiliki heritabilitas tinggi (Khan *et al.* 2008). Karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi dan diimbangi dengan nilai koefisien variasi yang tinggi menunjukkan bahwa karakter tersebut banyak dipengaruhi oleh gen aditif (Usman *et al.* 2014). Nilai heritabilitas rendah menunjukkan bahwa lingkungan berperan besar dalam peningkatan varians fenotipe. Tingginya variabilitas genetik dan heritabilitas untuk karakter kuantitatif pada sawi (*B. juncea* L.) telah dilaporkan oleh Mahmood *et al.* (2003), Akbar *et al.* (2003), Singh *et al.* (2010), Yadava *et al.* (2011), Bind *et al.* (2014), Lodhi *et al.* (2014), Maurya *et al.* (2018), dan Dawar *et al.* (2018).

Terdapat nilai varians genetik dan heritabilitas (Tabel 3) yang bernilai negatif. Nilai negatif dapat terjadi karena hasil analisis varians yang tidak nyata sehingga tidak terdapat Variabilitas. Nilai negatif pada varians genetik juga dapat terjadi karena hasil dari penjumlahan atau pengurangan sehingga nilai negatif menandakan tidak terdapat Variabilitas atau bernilai 0 (nol). Alasan tersebut juga berlaku pada nilai heritabilitas yang negatif. Faktor yang mempengaruhi nilai heritabilitas yaitu karakteristik populasi, sampel genotipe yang diteliti, seberapa luasnya evaluasi genotipe, dan metode perhitungan (Fehr 1991). Pada karakter jumlah daun konsumsi, panjang daun, lebar daun, panjang tangkai daun, panjang lobus, lebar tangkai daun, jumlah cabang sekunder, panjang tangkai, panjang paruh, jumlah biji per polong, dan berat 100 biji memiliki hasil analisis varians yang tidak nyata yang berarti tidak beragam, namun memiliki nilai koefisien variasi yang rendah hingga tinggi. Terjadinya variabilitas pada karakter tersebut dikarenakan oleh faktor lingkungan.

4.2. Karakter Kualitatif

Karakter kualitatif merupakan karakter yang menunjukkan pada sifat yang tampak langsung pada

tanaman. Karakter kualitatif dipengaruhi oleh sedikit gen (gen sederhana) yang sedikit dipengaruhi oleh lingkungan, sehingga penampilan yang muncul relatif stabil apabila dilakukan penanaman pada tempat dan waktu tumbuh yang berbeda (Fitriani *et al.* 2013). Sawi memiliki dua jenis daun, yaitu daun besar (daun konsumsi) dan daun kecil (daun yang muncul pada saat generatif). Daun sawi yang besar memiliki tepi daun yang berenda dan tampak bergelombang.

4.3. Populasi Terseleksi

Nilai variabilitas dan heritabilitas yang tinggi dijadikan bahan pertimbangan dalam memilih karakter untuk seleksi. Variabilitas yang tinggi diperlukan untuk meningkatkan efektivitas seleksi, sedangkan karakter dengan nilai heritabilitas tinggi maka besar kemajuan seleksi akan dapat dicapai dan semakin cepat populasi tersebut dapat dilepas menjadi varietas yang unggul. Efisiensi seleksi tergantung pada besarnya heritabilitas pada karakter karena dapat mengukur sejauh mana karakter tersebut dapat menurun dari tetuanya (Singh *et al.* 2018). Karakter yang dijadikan kegiatan seleksi dalam penelitian semuanya memiliki nilai KVF yang lebih besar daripada KVG. Nilai KVF yang lebih besar daripada KVG pada karakter hasil produksi mengindikasikan bahwa seleksi untuk peningkatan hasil produksi dapat dilakukan berdasarkan penampilan fenotipe karakter-karakter tersebut (Jalata *et al.* 2011). Apabila dilakukan seleksi pada karakter dengan KVF lebih besar daripada KVG dapat terjadi penyimpangan (Gupta & Verma 2000).

Perbedaan nilai KVF dan KVG yang kecil menunjukkan kontribusi variasi lingkungan yang lebih rendah terhadap ekspresi karakter-karakter tersebut, dengan demikian seleksi berdasarkan kinerja fenotipik karakter ini akan efektif untuk menghasilkan peningkatan yang cukup besar dalam karakter ini (Aditya *et al.* 2011). Uji LSI dapat digunakan untuk menentukan genotipe yang memiliki penampilan lebih baik dari genotipe cek (Laila *et al.* 2018). Berdasarkan hasil LSI pada penelitian ini, maka genotipe yang memiliki nilai yang melebihi genotipe cek dapat direkomendasikan menjadi tetua potensial.

5. Kesimpulan

Karakter-karakter tanaman sawi memiliki variabilitas dan nilai heritabilitas yang bervariasi. Variabilitas yang luas terdapat pada karakter biji per polong, jumlah polong per tanaman, dan berat segar. Karakter dengan nilai heritabilitas tinggi terdapat pada karakter panjang kotiledon, jumlah

daun konsumsi, berat segar, umur panen benih, jumlah polong per tanaman, panjang polong, lebar polong, dan jumlah biji per polong. Terdapat galur-galur sawi yang mempunyai karakter unggul untuk bahan baku konsumsi dan industri. Terdapat lima genotipe potensial yang memiliki penampilan karakter unggul untuk bahan baku konsumsi terdapat pada genotipe Bju(BW18), Bju(BW35), Bju(BW39), Bju(BW43), dan Bju(BW60). Genotipe potensial yang memiliki penampilan karakter unggul untuk bahan baku industri terdapat pada genotipe Bju(BW19), Bju(BW26), Bju(BW11), Bju(BW21), Bju(BW16), dan Bju(BW52).

Daftar Pustaka

- Aditya JP, Bhartiya P, Bhartiya A. 2011. Genetic Variability, Heritability and Character Association for Yield and Component Characters in Soybean (*G. max* (L.) Merrill). *J. Cent. Eur. Agric.* 12(1): 27–34. DOI: 10.5513/JCEA01/12.1.877.
- Akbar M, Mahmood T, Yaqub M, Anwar M, Ali M, Iqbal N. 2003. Variability, Correlation and Path Coefficient Studies in Summer Mustard (*Brassica juncea* L.). *Asian J. Plant Sci.* 2(9): 696–698. DOI: 10.3923/ajps.2003.696.698.
- Ali N, Javidfar F, Attary AA. 2002. Genetic Variability, Correlation and Path Analysis of Yield and its Components in Winter Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pakistan J. Bot.* 34(2): 145–150.
- Aytaç Z, Kinacı G. 2009. Genetic Variability and Association Studies of Some Quantitative Characters in Winter Rapeseed (*Brassica napus* L.). *African J. Biotechnol.* 8(15): 3547–3554.
- Bind D, Singh D, Dwivedi VK. 2014. Genetic Variability and Character Association in Indian Mustard (*Brassica juncea* (L) Czerns & Coss). *Agric. Sci. Dig.* 34(3): 183–188. DOI: 10.5958/0976-0547.2014.00998.7.
- Dawar S, Kumar N, Mishra SP. 2018. Genetic Variability, Correlation and Path Coefficient Analysis in The Indian Mustard (*Brassica juncea* L. Czern & Coss) Varieties Grown in Chitrakoot, India. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 7(03): 883–890. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.703.103.
- Erawan D, Yani WO, Bahrnun. 2013. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Berbagai Dosis Pupuk Urea. *J. Agroteknos* 3(1): 19–25.
- Fehr WR. 1991. Principles of Cultivar Development, Vol.1. Theory and Technique. Macmillan Publishing Company, United States of America.
- Fitriani L, Toekidjo, Purwanti S. 2013. Keragaan Lima Kultivar Cabai (*Capsicum annum* L.) di Dataran Medium. *J. Veg.* 2(2): 50–63. DOI: 10.22146/veg.2415.
- Gupta SK, Verma SR. 2000. Variability, Heritability and Genetic Advance Under Normal and Rainfed Conditions in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.). *Indian J. Agric. Res.* 34(2): 122–125.
- Hasan EU, Bibi T, Bin Mustafa HS, Mahmood T, Tanveer M, Kalyar A, Salim J. 2015. Genetic Evaluation and Characterization for Yield and Related Traits in Mustard (*Brassica juncea*). *Res. J. Agric. Environ. Manag.* 4(2): 82–87.
- Jalata Z, Ayana A, Zeleke H. 2011. Variability, Heritability and Genetic Advance for Some Yield and Yield Related Traits in Ethiopian Barley (*Hordeum vulgare* L.) Landraces and Crosses. *Int. J. Plant Breed. Genet.* 5(1): 44–52. DOI: 10.3923/ijpb.2011.44.52.
- Kementerian Pertanian. 2017. Statistik Pertanian 2017. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Khan S, Farhatullah, Khalil IH, Khan MY, Ali N. 2008. Genetic Variability, Heritability and Correlation for Some Quality Traits in F3:4 *Brassica* Populations. *Sarhad J. Agric.* 24(2): 15–20.
- Laila F, Waluyo B, Karuniawan A. 2018. Seleksi Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) Lokal Berdaya Hasil Tinggi Asal Indonesia Berdasarkan Karakter Umbi. *J. Agro Wiralodra* 11(1): 10–16. DOI: 10.31943/agrowiralodra.v1i1.145.
- Lodhi B, Thakral NK, Avtar R, Singh A. 2014. Genetic Variability, Association and Path Analysis in Indian Mustard (*Brassica juncea*). *J. Oilseed Brassica* 5(1): 26–31.
- Machfud M, Sulistyowati E. 2009. Pendugaan Aksi Gen dan Daya Waris Ketahanan Kapas Terhadap *Amrasca biguttula*. *J. Penelit. Tanam. Ind.* 15(3): 131–138. DOI: 10.21082/littri.v15n3.2009.%25p.
- Mahmood T, Ali M, Iqbal S, Anwar M. 2003. Genetic Variability and Heritability Estimates in Summer Mustard (*Brassica juncea*). *Asian J. Plant Sci.* 2(1): 77–79. DOI: 10.3923/ajps.2003.77.79.
- Martono B. 2009. Keragaman Genetik, Heritabilitas dan Korelasi Antar Karakter Kuantitatif Nilam (*Pogostemon* sp.) Hasil Fusi Protoplas. *J. Penelit. Tanam. Ind.* 15(1): 9–15. DOI: 10.21082/littri.v15n1.2009.%25p.
- Maurya SK, Maurya KN, Lal K, Singh Y, Singh S. 2018. Assessment of Genetic Variability, Heritability and Genetic Advance in Indian Mustard

- (*Brassica juncea* L. Czern & Coss.). *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 7(11): 13–18. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.711.002.
- Petersen RG. 1994. *Agricultural Field Experiments: Design and Analysis*. Marcel Dekker, New York.
- Sharma JR. 2006. *Statistical and Biometrical Techniques in Plant Breeding*. New Age International, New Delhi.
- Shekhawat N, Jadeja G, Singh J. 2014. Genetic Variability for Yield and its Components in Indian Mustard (*Brassica juncea* L. Czern & Coss). *Electron. J. Plant Breed.* 5(1): 117–119.
- Singh RK, Chaudhary BD. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Publisher, New Delhi.
- Singh S, Dwivedi AK, Ashutosh, Meena O, Kumar K. 2018. Genotypic Variability, Heritability and Genetic Advance in Indian Mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern & Coss.] Genotypes. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 7(3): 350–352.
- Singh D, Kumar Arya R, Chandra N, Niwas R, Salisbury P. 2010. Genetic Diversity Studies in Relation to Seed Yield and its Component Traits in Indian Mustard (*Brassica juncea* L. Czern & Coss.). *J. Oilseed Brassica* 1(1): 19–22.
- Singh DK, Kumar K, Singh P. 2012. Heterosis and Heritability Analysis for Different Crosses in *Brassica juncea* with Inheritance of White Rust Resistance. *J. Oilseed Brassica* 3(1): 18–26.
- Sriyadi B. 2015. Penilaian Hubungan Genetik Klon Teh Berdasarkan Komponen Senyawa Kimia Utama dan Potensi Hasil. *J. Penelit. Teh dan Kina* 18(1): 1–10. DOI: 10.22302/pptk.jur.jptk.v18i1.53.
- Sutjahjo SH, Herison C, Sulastrini I, Marwiyah S. 2015. Pendugaan Keragaman Genetik Beberapa Karakter Pertumbuhan dan Hasil pada 30 Genotipe Tomat Lokal. *J. Hortik.* 25(4): 304–310. DOI: 10.21082/jhort.v25n4.2015.p304-310.
- Syukur M, Sriani S, Siregar A. 2010. Pendugaan Parameter Genetik Beberapa Karakter Agronomi Cabai F4 dan Evaluasi Daya Hasilnya Menggunakan Rancangan Perbesaran (Augmented Design). *J. Agrotropika* 15(1): 9–16.
- Stansfield WD. 1986. *Theory and Problems of Genetics*. M. C. Grow Hill Book Co. New York, U.S.A.
- Tahira, Mahmood T, Tahir MS, Saleem U, Hussain M, Saqib M. 2011. The Estimation of Heritability, Association and Selection Criteria for Yield Components in Mustard (*Brassica juncea*). *Pakistan J. Agric. Sci.* 48(4): 251–254.
- UPOV. 2017. *Guidelines for The Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability*. Brown Mustard. Br: 1–26.
- Usman MG, Rafii MY, Ismail MR, Malek MA, Latif MA. 2014. Heritability and Genetic Advance Among Chili Pepper Genotypes for Heat Tolerance and Morphophysiological Characteristics. *Sci. World J.* :1-10. DOI: 10.1155/2014/308042.
- Yadava DK, Giri SC, Vignesh M, Vasudev S, Yadav AK, Dass B, Singh R, Singh N, Mohapatra T, Prabhu KV. 2011. Genetic Variability and Trait Association Studies in Indian Mustard (*Brassica juncea*). *Indian J. Agric. Sci.* 81(8): 712–716.
- Zhigila DA, Abdulrahman AA, Kolawole OS, Oladele FA. 2014. Fruit Morphology as Taxonomic Features in Five Varieties of *Capsicum annuum* L. Solanaceae. *J. Bot.* :1-6. DOI: 10.1155/2014/540868.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Artikel Penelitian****Peningkatan Mutu Fisiologis Benih Padi Lokal Jambi melalui Invigorasi*****Physiological Quality Improvement of Jambi Local Rice Seeds through Invigoration*****Suci Primilestari^{1*}, Eva Salvia¹, Ambar Yuswi Perdani²**¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi, Jl. Samarinda Paal V, Kota baru, Jambi, 36128, Indonesia²Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong, Jawa Barat, Indonesia

Diterima: 1 Agustus 2019/ Disetujui: 19 November 2019

ABSTRACT

Seed decline is a certain occurrence. Local rice variety planting by farmers generally uses seeds from the previous crop and has been stored for a long time before being replanted. This study aimed to determine the optimal hydropriming invigoration material in improving the physiological quality of some Jambi local rice varieties. The treatment was applied to factorial complete randomized design with 3 replications. 1st factor was rice varieties: Padi Karya, Kuning Betung, Kuning Kerinci, and Gadis Jambi. 2nd factor was invigoration consisting of control (aquadest), red onion solution and a solution of young coconut water. A total of 30 seeds for each experimental unit were soaked for 24 hours. Seeds were planted on moist filter paper media according to a test method on paper. Results showed that there were no significant interactions between varieties and invigoration on the germination of local rice seeds tested. The invigoration treatment using coconut water significantly affected root length, plumula length, normal sprout length, and local rice vigor index. Kuning Betung variety provides the best response to invigoration. Invigoration treatment is an effort to improve seed performance to reduce the risk of failure on field plantation, expected to have the implications for increasing rice production.

Keywords: *Invigoration; Local rice; Seed.***ABSTRAK**

Kemunduran benih merupakan suatu peristiwa yang pasti terjadi. Penanaman padi lokal oleh petani umumnya menggunakan benih yang berasal dari sisa hasil panen sebelumnya dan telah melewati tahap penyimpanan sebelum ditanam kembali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui materi invigorasi hydropriming yang optimal dalam meningkatkan mutu fisiologis beberapa varietas padi lokal Jambi. Perlakuan diterapkan pada rancangan acak lengkap faktorial dengan 3 ulangan. Faktor 1 adalah varietas padi: Padi karya, Kuning Betung, Kuning Kerinci dan Gadis Jambi. Faktor 2 adalah invigorasi yang terdiri atas: kontrol (aquadest), larutan bawang merah dan larutan air kelapa muda. Sebanyak 30 butir benih untuk setiap satuan percobaan direndam selama 24 jam. Benih ditanam pada media kertas saring lembab dengan metode uji di atas kertas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada interaksi nyata antara varietas dan invigorasi terhadap perkecambahan benih padi lokal yang diuji. Perlakuan invigorasi menggunakan air kelapa nyata berpengaruh pada panjang akar, panjang plumula, panjang kecambah normal dan indeks vigor padi lokal. Varietas Kuning Betung memberikan tanggapan terbaik terhadap invigorasi. Perlakuan invigorasi merupakan upaya untuk memperbaiki performa benih sehingga mengurangi resiko kegagalan di lapangan, diharapkan berimplikasi terhadap peningkatan produksi padi.

Kata kunci: *Benih; Invigorasi; Padi lokal.*

^{*}Korespondensi Penulis.E-mail : suciprimilestari@pertanian.go.id (S. Primilestari)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v3i2.74>

1. Pendahuluan

Padi lokal merupakan kekayaan sumber daya genetik Indonesia yang harus dilestarikan dan dikelola secara optimal. Keragaman plasma nutfah padi lokal di Indonesia merupakan potensi genetik untuk menghasilkan sifat unggul melalui pemuliaan tanaman (Sitaresmi *et al.*, 2013). Penanaman padi lokal oleh petani umumnya menggunakan benih yang berasal dari sisa hasil panen tanaman sebelumnya, yang telah melewati tahap penyimpanan sebelum ditanam. Penurunan kualitas benih dapat terjadi selama penyimpanan karena kadar air benih saat awal penyimpanan serta perubahan suhu dan kelembaban (Rahayu *et al.*, 2011; Nuraini *et al.*, 2018). Semakin lama periode simpan maka vigor dan viabilitas benih semakin menurun (Kartika dan Sari, 2015).

Kemunduran benih adalah mundurnya mutu fisiologis benih yang dapat menyebabkan perubahan menyeluruh dalam benih baik fisik, fisiologis maupun kimiawi yang mengakibatkan menurunnya viabilitas benih (Yuniarti, *et al.*, 2008). Indikasi biokimia kemunduran benih dicirikan antara lain penurunan aktivitas enzim, penurunan cadangan makanan, meningkatnya nilai konduktivitas, sedangkan indikasi fisiologi kemunduran benih antara lain penurunan daya berkecambah dan vigor (Tatipata, *et al.*, 2004). Penuaan benih dapat disebabkan oleh peningkatan lipid peroksidase, deformasi kromosom, aberasi gen, dan degradasi protein embrio (Qun, *et al.*, 2007).

Upaya peningkatan kualitas benih dapat dilakukan melalui invigorasi. Invigorasi merupakan perlakuan benih sebelum tanam untuk merangsang metabolisme benih yang mendukung proses perkecambahan (Giamerti *et al.*, 2018). Metode ini dapat dilakukan melalui perendaman dalam air maupun larutan osmotik, yang bertujuan agar benih dapat menyerap air untuk proses perkecambahan awal (Dahamarudin dan Rivaie, 2013). Perendaman benih mempercepat kemunculan benih (Mulbah dan Adjetey, 2018).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan invigorasi benih padi meningkatkan indeks vigor benih, antara lain dengan menggunakan GA₃ dan Kinetin (Wahyuni, 2011), KNO₃ dan minyak cengkeh (Purnawati *et al.*, 2014). Perendaman benih padi pada larutan bawang merah meningkatkan keserempakan tumbuh, kecepatan tumbuh serta panjang akar dan tinggi batang kecambah benih padi lokal Toraja (Hanifa, 2017). Air kelapa muda dan GA₃ 100 ppm meningkatkan viabilitas benih padi (Dahamarudin dan Rivaie 2013).

Perendaman benih padi dalam air umum dilakukan oleh petani untuk meningkatkan vigor benih, namun demikian metode invigorasi menggunakan larutan osmotik yang telah teruji diharapkan dapat meningkatkan kualitas benih. Hasil penelitian ini diharapkan petani dapat melakukan invigorasi benih menggunakan bahan yang mudah diperoleh dan murah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode invigorasi yang optimal dalam meningkatkan mutu fisiologis beberapa varietas padi lokal Jambi.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada Februari 2019 di Laboratorium Benih Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi, Jambi, Indonesia. Perlakuan diterapkan pada rancangan acak lengkap faktorial dengan tiga ulangan. Faktor satu adalah varietas padi (V): "Padi karya" (v₁), "Kuning Betung" (v₂), "Kuning Kerinci" (v₃) dan "Gadis Jambi" (v₄). Faktor dua adalah invigorasi (M) yang terdiri atas: kontrol (aquadest) (m₁), larutan bawang merah (m₂) dan larutan air kelapa muda (m₃). Pembuatan larutan bawang merah mengacu pada Hanifa (2017). Sebanyak 20 g bawang merah yang telah dikupas dan dihaluskan, dilarutkan dalam 1 L air. Konsentrasi air kelapa muda yang digunakan sebesar 55%.

Sebanyak 30 butir benih untuk setiap satuan percobaan direndam selama 24 jam. Benih ditanam pada media kertas saring lembab dengan metode uji pada kertas (*top of paper*). Benih dikecambahkan dalam alat pengecambah benih selama 7 hari pada suhu ruang. Pengamatan meliputi daya berkecambah (%), indeks vigor, potensi tumbuh maksimum (%), panjang plumula (cm), panjang akar (cm), panjang kecambah normal (cm), bobot kering kecambah normal (g). Metode pengujian mutu benih mengacu pada Sutariati *et al.* (2014) sebagai berikut:

Indeks vigor (IV) dihitung berdasarkan persentase kecambah normal pada pengamatan pertama (5 hari setelah tanam) dengan rumus:

$$IV = \frac{\sum \text{kecambah normal pengamatan ke 1}}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100\%$$

Daya berkecambah (DB) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DB = \frac{\sum \text{kecambah normal}}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100\%$$

Potensi tumbuh maksimum (PTM) merupakan persentase benih berkecambah pada pengamatan terakhir (7 hari setelah tanam) dengan rumus:

$$PTM = \frac{\sum \text{kecambah normal} + \sum \text{kecambah abnormal}}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100\%$$

Data hasil pengamatan dianalisis melalui uji F serentak, dan perbedaan antar perlakuan diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5 %. Untuk melihat kekerabatan antar genotipe yang diuji dilakukan analisis kelompok (*cluster analysis*). Analisis data menggunakan bantuan perangkat lunak Minitab versi 16.

3. Hasil

Hasil uji F serentak (Tabel 1) menunjukkan bahwa perlakuan invigorasi yang diberikan tidak berinteraksi secara nyata dengan varietas padi lokal pada semua peubah yang diamati. Masing-masing perlakuan memberikan pengaruh tunggal pada mutu benih padi lokal Jambi yang diuji. Perlakuan invigorasi nyata meningkatkan panjang kecambah (akar, plumula dan total) dan indeks vigor benih. Namun demikian, daya berkecambah benih, potensi tumbuh maksimum dan bobot kering kecambah normal tidak nyata dipengaruhi perlakuan invigorasi. Meskipun nilai daya berkecambah meningkat setelah perlakuan.

Tabel 1. Analisis ragam perlakuan invigorasi pada beberapa genotipe padi lokal Jambi terhadap mutu benih.

Parameter	Ragam				
	Varietas	Invigorasi	V x I	Galat	KK
Panjang akar (cm)	1,5513**	1,646*	0,6612	0,292	15,5
Panjang plumula (cm)	3,3218**	0,4533	0,4282	0,1983	7,3
Panjang kecambah normal (cm)	8,8894**	3,6297**	1,0376	0,4414	7,4
Bobot kering kecambah normal (g)	0,0008694	0,0001333	0,0002111	0,0006189	27
Indeks Vigor	1,36,1	468,8*	293,5	129,1	13,6
Daya berkecambah (%)	104,8	117	152,4	104,3	11
Potensi tumbuh maksimum (%)	8,64	17,59	8,95	13,47	4,1

Tabel 2. Tanggapan varietas padi lokal Jambi setelah invigorasi terhadap mutu benih

Varietas	Panjang akar	Panjang plumula	Panjang kecambah normal	Bobot kering kecambah normal	Indeks vigor	Daya Berkecambah	Potensi tumbuh maksimum
	(cm)	(cm)	(cm)	(g)		(%)	(%)
Padi Karya	4,0 ab	5,6 bc	9,6 bc	0,1	83,7	88,5	95,9
Kuning Betung	4,4 a	6,7 a	11,2 a	0,1	92,6	93,7	97
Kuning Kerinci	3,4 b	5,3 c	8,8 c	0,1	87	89,3	94,8
Gadis Jambi	3,7 b	5,9 b	9,7 b	0,1	85,2	95,6	96,7
Rataan	3,875	5,875	9,825	0,1	87,125	91,775	96,1
Minimum	3,4	5,3	8,8	0,1	83,7	88,5	94,8
Maksimum	4,4	6,7	11,2	0,1	92,6	95,6	97

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada BNT taraf 0,05.

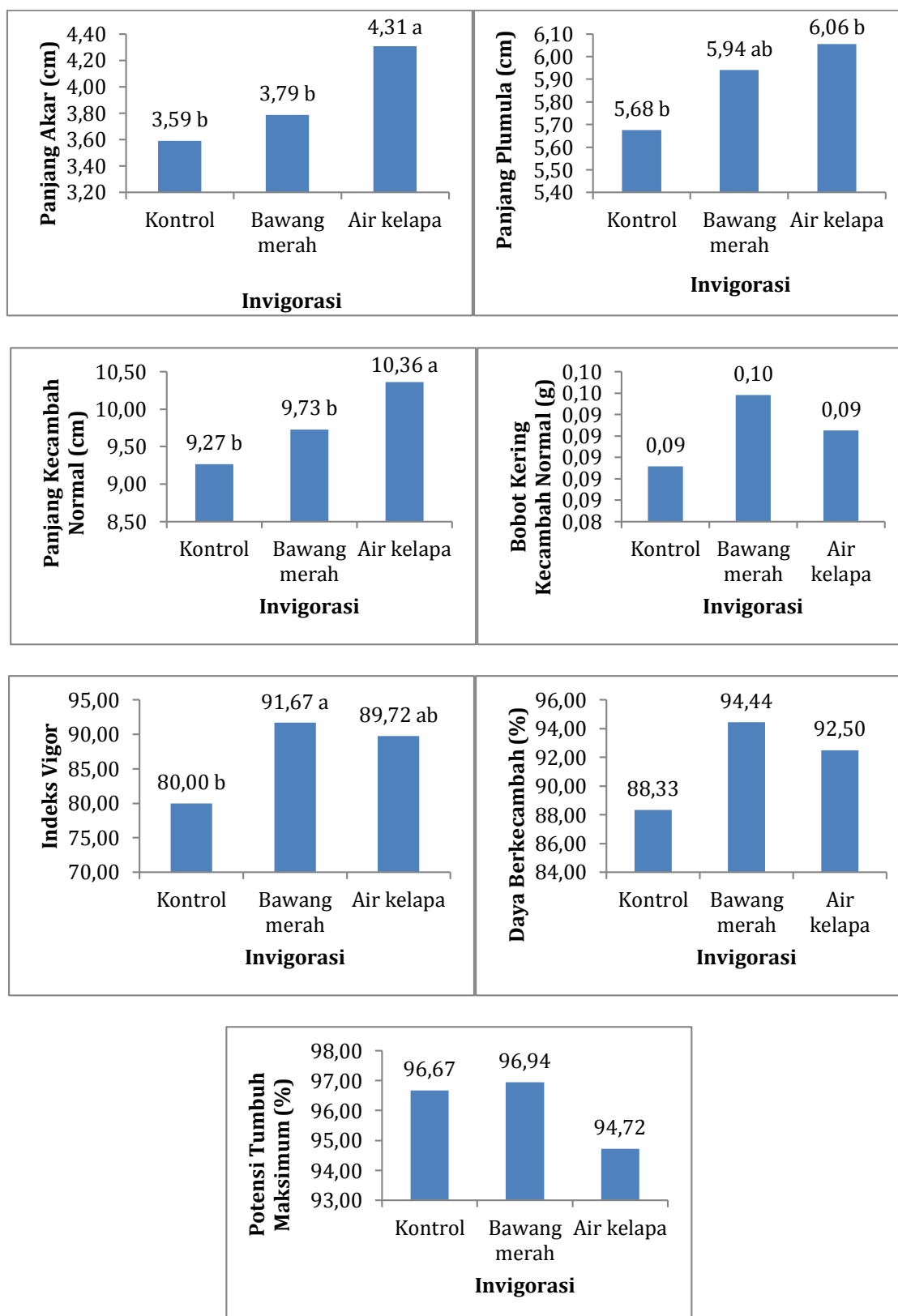
Invigorasi benih padi menggunakan air kelapa nyata meningkatkan panjang akar, panjang plumula dan panjang total kecambah dibandingkan kontrol (Gambar 1). Perendaman air kelapa maupun larutan bawang merah nyata meningkatkan indeks vigor, namun tidak dengan daya berkecambah, dan potensi tumbuh maksimum. Daya berkecambah hanya meningkat 6,5 % setelah perendaman larutan bawang merah, dan 4,5 % dengan air kelapa.

Tanggapan antar varietas padi lokal Jambi setelah invigorasi terhadap mutu benih tersaji pada

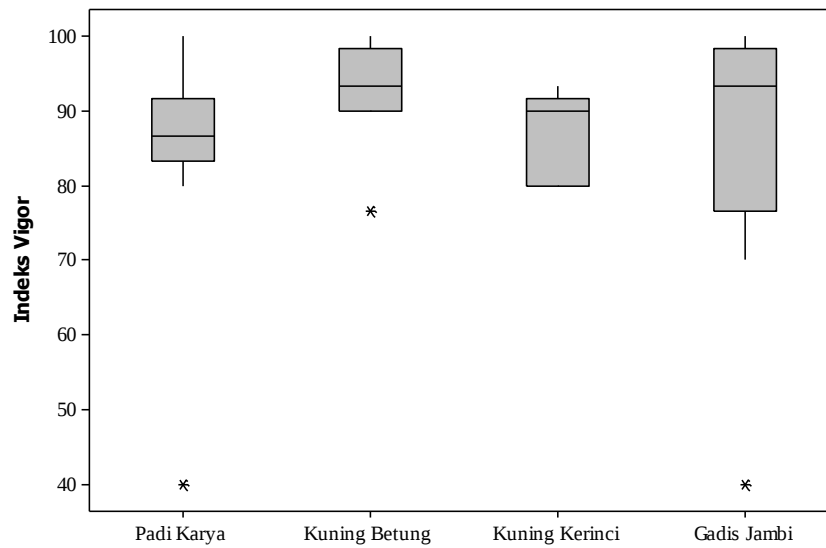
Tabel 2 dan Gambar 2-3. Berdasarkan Tabel 2 tampak bahwa dari keempat varietas yang diuji, Kuning Betung memberikan tanggapan tertinggi pada hampir seluruh parameter pengamatan, dan terendah ditunjukkan oleh Kuning Kerinci. Pemberian invigorasi nyata memberikan pengaruh pada karakter panjang kecambah (akar, plumula dan total) pada seluruh varietas yang diuji. Gambar 2 menunjukkan sebaran data indeks vigor benih antar varietas yang diamati. Berdasarkan Gambar 2, terdapat pencilan data rendah pada Padi Karya, Kuning Betung dan Gadis Jambi yang

menyebabkan koefisien keragaman besar. Kuning Betung memiliki indeks vigor tertinggi (92,6) dan terendah Padi Karya (83,7). Daya berkecambah antar varietas padi lokal Jambi tertera pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 tampak bahwa rata-rata daya berkecambah dari seluruh varietas yang diuji

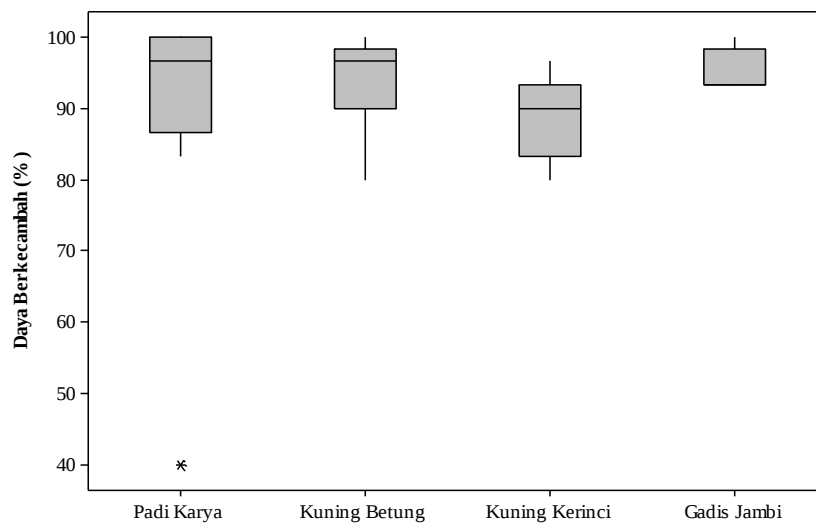
setelah invigorasi tinggi (>90%). Gadis Jambi menunjukkan daya kecambah tertinggi 95,6 %, dan terendah Padi Karya 88,5 %. Terdapat pencilan data rendah pada Padi Karya (40%) mengakibatkan keragaman besar. Keserempakan pertumbuhan kecambah ditunjukkan oleh Gadis Jambi.



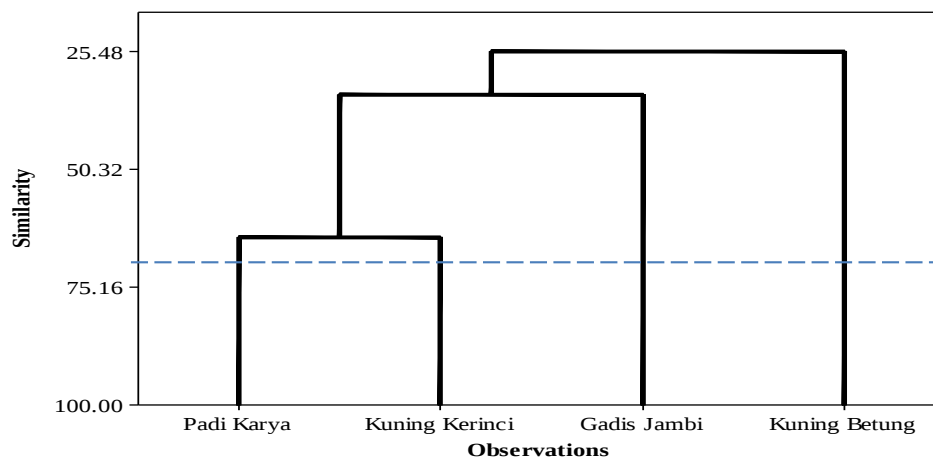
Gambar 1. Hasil pengamatan mutu benih padi lokal Jambi setelah perlakuan invigorasi



Gambar 2. Boxplot sebaran data indeks vigor benih padi lokal Jambi setelah invigorasi



Gambar 3. Sebaran daya berkecambah benih padi lokal Jambi setelah invigorasi



Gambar 4. Dendrogram pengelompokan varietas padi lokal Jambi berdasarkan karakter kecambah setelah invigorasi.

Tabel 3. Respon varietas padi lokal Jambi terhadap perlakuan invigorasi pada jumlah kecambah normal saat 5, 6, dan 7 hari setelah tanam.

Varietas (V)	Perlakuan Invigorasi (M)		
	Kontrol	Larutan bawang merah	Air kelapa muda
5 Hari Setelah Tanam (%)			
Padi Karya	20,7	28,3	26,3
Kuning Betung	28,3	27,0	28,0
Kuning Kerinci	27,0	26,3	25,0
Gadis Jambi	20,0	28,3	28,3
Rata-Rata	24,0 a	27,5 b	26,9 b
6 Hari Setelah Tanam (%)			
Padi Karya	21,7	29,0	27,7
Kuning Betung	28,3	27,3	28,3
Kuning Kerinci	27,0	27,0	26,0
Gadis Jambi	28,3	29,3	28,3
Rata-Rata	26,3	28,2	27,6
7 Hari setelah tanam (%)			
Padi Karya	22,0	29,7	28,0
Kuning Betung	28,7	27,3	28,3
Kuning Kerinci	27,0	27,0	26,3
Gadis Jambi	28,3	29,3	28,3
Rata-Rata	26,5	28,33	27,8

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Jumlah kecambah normal varietas padi lokal akibat invigorasi pada saat 5, 6 dan 7 hari setelah tanam terdapat pada Tabel 3. Perlakuan tunggal invigorasi perendaman dalam larutan bawang merah maupun air kelapa muda meningkatkan jumlah kecambah normal pada pengamatan pertama (hari ke-5) dibandingkan kontrol. Peningkatan jumlah kecambah normal pada hari ke-5 yang terjadi pada perendaman dalam larutan bawang merah dan air kelapa muda masing-masing sebesar 14,58 % dan 12,16 %. Jumlah kecambah normal pada hari ke-6 dan ke-7 tidak berbeda nyata antara perlakuan yang diterapkan, tetapi terlihat pola yang sama antara perlakuan invigorasi dalam larutan bawang merah maupun air kelapa, yang menghasilkan jumlah kecambah normal lebih tinggi dibandingkan perendaman dalam air saja.

Berdasarkan data variabel pengamatan yang telah dikumpulkan, dilakukan analisis kelompok untuk melihat kemiripan antar varietas yang diuji berdasarkan karakter kecambah setelah perlakuan invigorasi. Data yang dihasilkan tersaji dalam dendrogram (Gambar 4). Berdasarkan hasil analisis gerombol tampak bahwa terbentuknya 3 kelompok varietas berdasarkan karakter kecambah dengan tingkat kemiripan 65%. Kelompok pertama adalah Padi Karya dan Kuning Kerinci. Kelompok kedua

dan ketiga masing-masing beranggotakan satu varietas yaitu Gadis Jambi dan Kuning Betung. Padi Karya memberikan tanggapan yang mirip dengan Kuning Kerinci setelah perlakuan invigorasi.

4. Pembahasan

Invigorasi benih padi menggunakan larutan bawang merah dan air kelapa mampu meningkatkan panjang kecambah (akar, plumula dan total kecambah) dibandingkan kontrol. namun berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa invigorasi menggunakan air kelapa menunjukkan hasil terbaik dalam meningkatkan panjang kecambah padi lokal Jambi. Hal yang sama dilaporkan oleh Dahamarudin dan Rivaie (2013) yang menyatakan bahwa peningkatan persentase kecambah normal padi meningkat dengan perendaman dalam air kelapa. Pertambahan panjang kecambah merupakan cerminan dari termanfaatkannya cadangan makanan dalam biji sebagai energi perkecambahan. Pertumbuhan benih padi yang cepat tinggi akan mempermudah petani dalam kegiatan pindah tanam. Pertumbuhan akar yang panjang dan sehat pada fase bibit dapat memberikan jaminan nutrisi terserap baik. Selain itu, perakaran yang sehat juga akan mengurangi dampak stress bibit akibat proses pindah tanam.

Pemberian rendaman air kelapa dan larutan bawang merah belum mampu meningkatkan daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum dan bobot kering kecambah normal dibandingkan kontrol, namun demikian indeks vigor meningkat setelah perlakuan. Hal ini senada dengan Hanifa (2017) yang melaporkan bahwa invigorasi menggunakan larutan bawang merah meningkatkan indeks vigor padi Toraja. Tingkat vigor benih ditentukan oleh tiga faktor utama, yaitu konstitusi genetik, lingkungan selama perkembangan benih, dan penyimpanan (Qun *et al.*, 2007). Laju penambahan jumlah kecambah normal tertinggi pada hari kelima setelah tanam. Peningkatan daya berkecambah hanya 4,5 % pada air kelapa dan 6,5 % pada rendaman larutan bawang merah. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa perlakuan invigorasi kurang efektif jika digunakan pada benih yang sudah sangat mundur mutu benihnya (daya berkecambah >70%). Hal ini disebabkan standar terendah untuk dikategorikan sebagai benih jika daya berkecambah minimal 80 %. Benih yang disimpan lama cenderung menurun mutu benihnya. Perubahan viabilitas setelah penyimpanan sedikit terlihat tetapi nyata menurunnya. Selama penyimpanan terjadi kerusakan pada jaringan embrionik yang tidak menyebabkan kematian

benih tetapi cukup untuk mempengaruhi proses perkecambahan (Castellion *et al.*, 2010).

Tanggapan antar varietas padi lokal Jambi terhadap perlakuan invigorasi beragam pada mutu benih. Pengaruh perlakuan invigorasi meningkatkan panjang kecambah (akar, plumula dan panjang total kecambah) padi lokal Jambi. Varietas Kuning Betung memberikan tanggapan panjang kecambah terhadap perlakuan invigorasi, dan terendah Kuning Kerinci. Penampilan mutu benih Padi Karya dan Kuning Kerinci mirip setelah perlakuan Invigorasi. Pengaruh genetik antar varietas sangat menentukan dalam merespon lingkungan tumbuh.

5. Kesimpulan

Perbedaan varietas dan jenis invigorasi secara bersamaan tidak saling memberikan respon positif pada peningkatan mutu benih. Invigorasi benih menggunakan air kelapa dan larutan bawang merah meningkatkan kualitas mutu benih padi lokal Jambi. Peningkatan terjadi pada panjang kecambah (panjang plumula, akar, dan total) serta indeks vigor. Varietas Kuning Betung memberikan tanggapan mutu benih tertinggi terhadap invigorasi yang diberikan.

Daftar Pustaka

- Castellion M, Matiacevich S, Buera P, and Maldonado S. 2010. Protein Deterioration and Longevity of Quinoa Seeds During Long-term Storage. *Food Chemistry*. 121: 952—958.
- Dahamarudin LA, Rivaie AA. 2013. Germination Capacity, Growth and Yield of Three Upland Rice Varieties Increased Following Seed Invigoration Treatments. *Int. Res. J. Agric. Soil. Sci.* 3(2): 43–50.
- Giamerti Y, Yursak Z, Purwantoro. 2018. Teknologi Invigorasi Mendukung Ketersediaan Benih Kedelai Bermutu. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. Malang 19 Mei. 2015. hlm230-234.
- Hanifa AP, Maintang. 2017. Respon Perkecambahan Benih Padi Lokal Toraja terhadap Invigorasi. *Prosiding Seminar Nasional BPTP Jambi*. Jambi 31 Mei-1 Juni 2016. hlm499-507.
- Kartika, Sari DK. 2015. Pengaruh Lama Penyimpanan dan Invigorasi Terhadap Viabilitas Dan Vigor Benih Padi Lokal Bangka Akses Mayang. *Enviagro, Jurnal Pertanian dan Lingkungan*. 8(1): 10–18.
- Mulbah Q, Adjetey J. 2018. Effect of Water Seed Priming on Establishment of Direct Seeded Rice in Well Watered Conditions and Aerenchyma Formation under Varying Water Regimes. *Agrivita*. 40(1): 45-54.
- Nuraini A, Sumadi, Kadapi M, Wahyudin A, Ruswandi D, Anindya MN. 2018. Evaluasi Ketahanan Simpan Enam Belas Genotip Benih Jagung Hibrida Unpad pada Periode Simpan Empat Bulan. *Jurnal Kultivasi*. 17(1): 568-575.
- Purnawati, Ilyas S, Sudarsono. 2014. Perlakuan Invigorasi untuk Meningkatkan Mutu Fisiologis dan Kesehatan Benih Padi Hibrida Intani-2 Selama Penyimpanan. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 42(3): 180-186.
- Qun S, Jian-hua W, Bao-qi S. 2007. Advances on Seed Vigor Physiological and Genetik Mechanisms. *Agricultural Sciences in China*. 6(9):1060—1066.
- Rahayu S, Wanita YP, Kobarsih M. 2011. Penyimpanan Benih Padi Menggunakan Berbagai Jenis Pengemas. *Agrin: Jurnal Penelitian Pertanian*. 15(1): 36–44.
- Sitairesmi T, Wening RH, Rakhmi AT, Yunani N, Susanto U. 2013. Pemanfaatan Plasma Nutfah Padi Varietas Lokal Dalam Perakitan Varietas Unggul. *Iptek Tanaman Pangan* 8(1): 22–30.
- Sutariati GAK, Zul'aiza, Darsan S, Kasra LD. MA, Wangadi S, Mudi LA. 2014. Invigorasi Benih Padi Gogo Lokal untuk Meningkatkan Vigor dan Mengatasi Permasalahan Dormansi Fisiologis Pascapanen. *Jurnal Agroteknos*. 4(1): 10-17.
- Tatipata A, Yudono P, Purwantoro A, Mangoendidjojo W. 2004. Kajian Aspek Fisiologi dan Biokimia deteriorasi Benih Kedelai dalam Penyimpanan. *Ilmu Pertanian*. 11(2):76—87.
- Wahyuni S. 2011. Peningkatan Daya Berkecambah Dan Vigor Benih Padi Hibrida Melalui Invigorasi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 30(2): 83-87.
- Yuniarti, N, Syamsuwida D, Aminah A. 2008. Pengaruh Penurunan Kadar Air terhadap Perubahan fisiologi dan Kandungan Biokimia Benih Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 5(3):191—198.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****The Effects of Fertilizer Treatment, Rhizome Seed Size, and Day of Harvest in Java Turmeric (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)****Eko Binnaryo Mei Adi*, Enung Sri Mulyaningsih***Research Center of Biotechnology, Indonesian Institute of Science**Jl. Raya Bogor km 46, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat, Indonesia. Tel./Fax.: +62-218754587*

Received: 16 May 2019/ Accepted: 19 September 2019

ABSTRACT

Java turmeric (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) is cultivated as a secondary crop, resulting in variable rhizome quality which can be increased by suitable cultivation methods. This study investigated the effect of different cultivation methods on the rhizome yield of Java turmeric. Different fertilizer treatments (none, organic, inorganic, and semi-organic fertilizer), three groups of rhizome seed size (small (50–80 g), medium (100–150 g), and large (200–250 g)) and three groups of harvesting age (eight, ten, and twelve months after planting) were evaluated in a split plot design experiment. Results show that large rhizome seed size together with organic fertilizer treatment increased secondary rhizome production, yielding the highest number, weight and diameter. As high levels of starch in the primary rhizome are crucial for growth of the plant, the use of large rhizomes for propagation is indicated in Java turmeric cultivation. The highest weight and number of primary rhizomes were yielded when plants were harvested twelve months after planting.

Keywords: *Curcuma xanthorrhiza*; Organic fertilizer; Rhizome.

1. Introduction

Java turmeric (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) originates from Indonesia and grows in tropical rain forest conditions. It is currently cultivated as a secondary plant under perennial crops such as fruit plants (Djakamihardja *et al.* 1985); however, the production and quality vary with different crops. Rhizome increases when Java turmeric is grown in loose soil (Djamhari 2010). The rhizomes of Java turmeric contain curcumin; the active ingredient used in traditional medicine for inducing the secretion of bile and pancreatic enzymes. The rhizomes also contain antioxidants, such as phenols, flavonoids and curcumins, which function as chelating agents of free radicals in the human body (Bintari *et al.* 2014). Soil nutrient quality affects the growth and yield of Java turmeric, and can be improved with the addition of organic (compost) and inorganic fertilizer (Hadipoentyanti & Syahid, 2007).

Turmeric, including Java turmeric, need high levels of nutrient absorption to produce rhizomes, and often require additional nutrients for maintaining productivity. The use of inorganic and organic fertilizer in plant cultivation increases available nutrients in the soil. Long-term use of inorganic fertilizer degrades physical and chemical soil properties and destroys soil microbes (Boud *et al.* 2013). It has long been established that organic fertilizer improves soil nutrient levels and physical structure. Organic fertilizers are made from plant matter and animal manure that has been decomposed by microbes (Samanhudi *et al.* 2014). Organic material increases nutrient supply, rhizome yield, and rhizome quality of Java turmeric (Somasundaran & Shanthi 2014). The organic farming system offers food production at a low cost and is safe for the environment due to minimum use of synthetic substances (Rahardjo *et al.* 2007). Organic farming is based on conservation principles with a practical, sustainable agricultural approach, creating improvement in soil structure, water

*Author's correspondence.

E-mail : oke20adi@yahoo.com (E.B.M. Adi)

infiltration and water retention, and maintaining soil microbial biodiversity (Duruigbo *et al.* 2013).

A part from the agricultural system used, another factor influencing successful cultivation is the use of a good rhizome seed, with up to 40% of the success of Java turmeric cultivation being dependent on rhizome seed quality. Java turmeric requires a seeding rate of 1.5–2 tons of rhizomes per hectare. Small primary rhizomes can be used as rhizome seeds for efficient cultivation (Sukarman *et al.* 2011).

The aim of this study was to evaluate the influence of different fertilization treatments (organic, inorganic, and semi-organic), different rhizome seed sizes used for propagation, and different harvesting ages on various agronomic characteristics of Java turmeric rhizomes.

2. Material and Method

Environmental conditions and materials used

The study was conducted from January 2015 to January 2016 at the plant germplasm collection garden managed by the Biotechnology Research Center of the Indonesian Institute of Science. The study site was a Kemang (*Mangifera kamanga* L.) tree grove (planted in 1980) with 60% light intensity and a latosol soil type with a pH value of 6.4. Primary rhizomes of Java turmeric plants (collected from the Yogyakarta province in 2014) were used as seedlings.

The experiment used a split plot design. The main plot factor was the use of fertilizer, with four groups: no fertilizer (control group), inorganic fertilizer, semi-organic fertilizer, and organic fertilizer. The organic fertilizer was produced by the germplasm collection garden from soil with the following composition: pH: 7.6, Nitrogen (N): 2.4%, Phosphorus (P): 3%, Carbon (C)-organic: 31.2, Copper (Cu): 51.3 ppm, Zinc (Zn): 55.7 ppm, Calcium (Ca): 0.27 ppm and Magnesium (Mg): 0.2 ppm. The second factor in the split plot design was the rhizome seed size used for propagation, with three groups: small (50–80 g), medium (100–150g), and large (200–250 g). The third factor in the split plot design was the harvesting age, with three groups: eight, ten, and twelve months after planting. In total, there were 36 combinations of factors used in the study, and each combination replicated three time.

Java turmeric cultivation

Fertilizer was applied twice at two and eighteen weeks after planting. The first application of fertilizer at two weeks after planting was given at the following rates: inorganic (100kg/hectare

phosphate 36%), semi-organic (50 kg/hectare phosphate 36% and 35 ton/hectare compost) and organic (70 ton/hectare compost). The second application of fertilizer at eighteen weeks after planting was given at the following rates: inorganic (10 ton/hectare compost, 95kg/hectare urea, and 85 kg/hectare Potassium chloride (KCl)), semi-organic (40 ton/hectare compost, 45.5kg/hectare urea, and 42.5 kg/hectare KCl) and organic (70 ton/hectare compost). The fertilizer was applied by digging up a circle surrounding the plant (radius of 10 cm), applying the fertilizer, and watering liberally to ensure adequate moisture. Plots were 1×5 m and spaced 0.5 m within rows and 0.6 m between rows. Rhizome dormancy was broken before planting (Adi *et al.* 2015).

Data collection and analysis

The following measurements were taken at the different harvesting ages: number of primary rhizomes (NPR), number of secondary rhizomes (NSR), number of tertiary rhizomes (NTR), weight of fresh primary rhizomes (WPR) (g), weight of secondary rhizomes (WSR) (g), weight of tertiary rhizomes (WTR) (g), total rhizome weight (RTW) (g), diameter of primary rhizomes (DPR) (mm), diameter of secondary rhizomes (DSR) (mm), and diameter of tertiary rhizomes (DTR) (mm) (Figure 1). These measurements were evaluated from three clump samples of Java turmeric from each treatment plot.

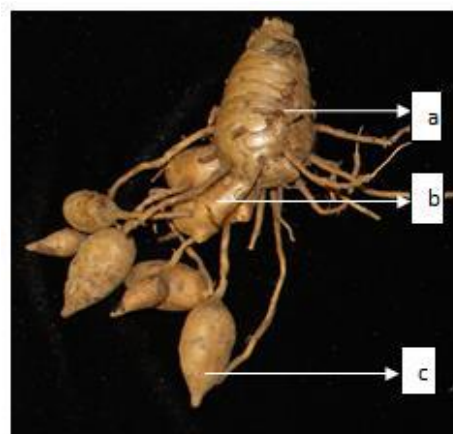


Figure 1. The Java turmeric rhizome showing a) primary, b) secondary, and c) tertiary rhizomes.

NPR was determined by counting the rhizomes attached to a lapsed plant, NSR by counting the side rhizome branches of the primary rhizomes (i.e. without the presence of a lapsed plant), and NTR by counting the number of tubers at the end of the root. The weight of the primary, secondary, and tertiary rhizomes was determined by weighing each rhizome in the clump sample; these were summed

for total rhizome weight. The diameter of each rhizome was determined from its cut surface. Means were derived from measurements of three samples.

Data were analyzed by ANOVA to determine significant differences between treatment groups, and following by Duncan's Multiple Range Test by 5% error threshold if there is significant.

3. Result

Rhizome characteristics and analysis of variance

During the study period, the highest rainfall was recorded in January 2016 (765mm) and the lowest was recorded in July 2015 (0mm) (Figure 2). The early planting in January ensured a sufficient supply of water for the growth of the Java turmeric plants due to high rainfall (January–April 2015). The dry season started early (May–June 2015) with the leaves of the plants turning yellow and then going into a state of dormancy (July–October 2015) (Prana 1985). The dormancy state of plants in tropical areas such as Indonesia is an escape mechanism to survive drought stress in the dry season. In subtropical regions, *Curcuma* species develop a dormancy state in winter (Kristina *et al.*, 2010).

When the Java turmeric plants were harvested eight months after planting (in September 2015), they had a tendency to be in the dormant phase and

showed rhizomes without shoots. When harvested ten months after planting (in November 2015), they were in the vegetative phase and showed rhizomes with shoots. When harvested twelve months after planting, plants had leaves but some samples had rotten rhizomes.

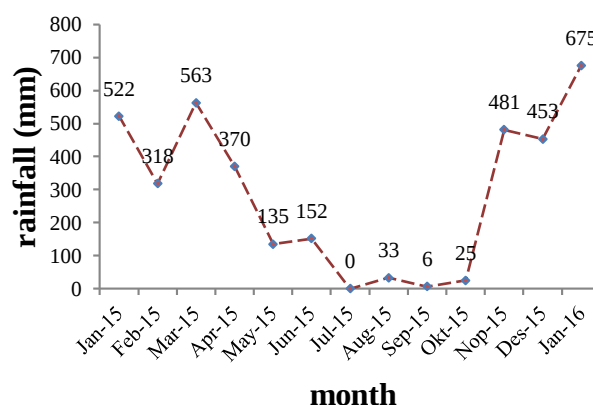


Figure 2. Monthly rainfall during the period January 2015 to January 2016 (Meteorology regency Bogor 2016).

Table 1 shows the effect of all factors and factor interactions on rhizome characteristics. The day of harvest significantly influenced the NPR, WTR, DPR, DSR, DTR, and RTW values. These results support Ferry *et al.* (2009)'s research showing that age of harvest in Java turmeric influences the weight of rhizomes.

Table 1. Analysis of variance of rhizome characteristics in the Java turmeric plants

Source of variation	NPR		NSR		NTR		WPR		WSR		WTR		DPR		DSR		DTR		RTW	
Day of harvest (DH)	252.5	0.000	4.7	0.090	8.1	0.039	42.9	0.002	5.6	0.069	13.8	0.016	11.9	0.021	17.4	0.011	19.9	0.008	2.7	0.184
Fertilizer	2.1	0.142	4.5	0.016	5.7	0.006	5.7	0.006	7.8	0.001	7.8	0.002	0.9	0.480	3.2	0.048	1.0	0.432	20.2	0.000
DH×fertilizer	1.4	0.276	0.7	0.632	1.7	0.181	1.0	0.454	0.4	0.893	1.5	0.221	0.6	0.716	1.4	0.287	0.7	0.689	1.9	0.133
Rhizome seed size (RS)	4.0	0.024	0.5	0.584	0.4	0.702	13.4	0.000	3.5	0.040	0.3	0.745	24.7	0.000	0.3	0.722	0.9	0.403	5.8	0.006
DH×RS	0.5	0.707	2.1	0.102	0.3	0.857	2.1	0.097	1.4	0.237	0.4	0.775	3.1	0.025	2.3	0.075	1.4	0.261	0.9	0.458
Fertilizer× RS	1.4	0.240	2.7	0.023	1.6	0.170	1.9	0.094	4.4	0.001	1.0	0.409	1.8	0.117	4.8	0.001	0.9	0.474	2.7	0.025
DH × fertilizer×RS	0.8	0.603	1.0	0.443	1.0	0.442	0.3	0.979	1.2	0.294	0.9	0.571	0.9	0.546	1.9	0.060	1.1	0.360	1.0	0.471

Superscript values show the p-value; p-values less than 0.05 were considered significant. NPR= number of primary rhizomes, NSR= number of secondary rhizomes (transformed: $\log(x+2)$), NTR= number of tertiary rhizomes (transformed: $\log(x+5)$), WPR=weight of primary rhizomes (transformed: $\log(x+1)$), WSR=weight of secondary rhizome (transformed: $\log(x+2)$), WTR=weight of tertiary rhizomes (transformed: $\log(x+5)$), DPR=diameter of primary rhizomes, DSR=diameter of secondary rhizomes (transformed: $\log(x+3)$), DTR=diameter of tertiary rhizomes (transformed: $\log(x+4)$), RTW=weight of

The fertilizer treatments showed significant effects on the NTR, WPR, WTR, and RTW values. Rhizome seed size showed significant effects on the NPR and RTW values; Hossain *et al.* (2005) reported similar findings, showing that rhizome seed size affected the size of primary and secondary rhizomes. There was a significant interaction effect of day of harvest and rhizome seed size on DPR value, and of fertilizer and rhizome seed size on number, weight, and diameter of the secondary rhizomes.

Table 2. The effect of day of harvest on NPR, NTR, WPR, WTR, DTR, and RTW values of Java turmeric rhizomes

NPR	NTR	WPR (g)	WTR (g)	DTR (mm)	RTW (g)
1.9±0.1 b	7.3±0.2 b	76.5±34.8 b	31.2±2.7 b	11.6±1.9 b	150.6±21.8 b
1.4±0.3 a	3.3±0.7 a	45.1±28.5 a	13.1±4.9 a	4.9±0.7 a	74.4±41.4 a
3.3±0.3 c	5.5±0.8 ab	124.1±45.7 c	10.3±1.9 a	6.5±0.7 ab	156.3±35.8 b

Entries within a column followed by the same letter were not significantly different (Duncan's test, $p = 0.05$)

The highest tertiary rhizome values were seen eight months after planting with 7.2 ± 0.2 NTR, 31.2 ± 2.7 g WTR, and 11.6 ± 1.9 mm DTR. Differences in number and weight of rhizomes in seem to occur during the plant growth phase. Plants were in the dormant phase eight months after planting and in the vegetative phase ten months after planting.

Rhizome size, rhizome weight, and number of rhizomes decreased ten months after planting; the same phenomenon was found in the lempuyang (*Zingiber zerumbet* (L.) J.E.Smith) (Yuliani *et al.*, 1999).

The highest values for WPR (124.1 ± 45.7 g) and NPR (3.3 ± 0.3) were seen twelve months after planting. The large size of the primary rhizome is due to the storage of starch from the previous growth phase, providing energy for the following vegetative phase and affecting plant growth and yield.

Day of harvest

Different harvesting ages (DH) influenced agronomic characteristics of Java turmeric such as the WPR and NPR (Table 2). The largest WPR value (124.1 ± 45.7 g) and NPR value (3.3 ± 0.3) were seen twelve months after planting, followed by the eight-month values (NPR 1.9 ± 0.1 , WPR 76.5 ± 2.7 g); the lowest values were ten months after planting (NPR 1.4 ± 0.3 , WPR 45.1 ± 28.5 g)

Inorganic, organic, and semi-organic fertilizer treatment

The effect of the fertilizer treatments on rhizome characteristics is shown in Table 3. The highest NTR values were seen with the use of organic fertilizer (8.1 ± 2.9) and inorganic fertilizer (5.4 ± 3.7). Organic fertilizer produced the highest values for WPR (110.3 ± 49.3 g), WTR (33.3 ± 18.7 g), and RTW (188.8 ± 65.3 g), it indicating that organic treatment resulted in increased production compared to inorganic, semi-organic and no fertilizer treatments. Differences in rhizome seed size did not influence the WPR value when treated with organic fertilizer. The same result was reported in temu ireng (*Curcuma aeruginosa*), where small (5–10 g) and large rhizome seeds (20–25 g) provided the same yield when using organic manure fertilizer (Rosita *et al.* 2001).

Table 3. The effect of fertilizer on NTR, WPR, WTR, and RTW values of Java turmeric rhizomes

Fertilizer	NTR	WPR (g)	WTR (g)	RTW (g)
Without fertilizer	3.4 ± 1.3 a	62.8 ± 33.2 a	10.5 ± 5.9 a	93.7 ± 33.1 a
Inorganic	5.4 ± 3.7 ab	87.8 ± 47.9 a	17.1 ± 15.9 a	130.7 ± 56.4 a
Semi-organic	4.5 ± 0.7 a	66.3 ± 31.5 a	11.6 ± 5.2 a	95.1 ± 34.9 a
Organic	8.1 ± 2.9 b	110.3 ± 49.3 b	33.3 ± 18.7 b	188.8 ± 65.3 b

Entries within a column followed by the same letter were not significantly different (Duncan's test, $p = 0.05$)

Rhizome seed size

The effect on NPR values of use of large (2.4 ± 1.1), medium (2.1 ± 1.0), and small (2.1 ± 0.9) rhizome seeds for propagation is shown in Table 4. Large rhizome seeds resulted in the highest WPR (110.1 ± 43.3 g) and TRW (163.2 ± 38.2 g) values.

(A'yun *et al.* 2015) similarly reported that the largest Java turmeric rhizome seeds (15–20 g) produced the heaviest total rhizome weight (up to 380.7 g). The larger weight of the rhizomes ensures a larger stock of energy (starch stored in the rhizome is a source of glucose), improving plant production (Rosita *et al.* 2001).

Table 4. The effect of rhizome seed size on NPR, WPR, and TRW values of Java turmeric rhizomes

Rhizome seed size	NPR	WPR (g)	TRW (g)
Small	2.1±0.9a	65.7±38.4 a	105.9±55.9 a
Medium	2.1±1.0a	69.1±39.3 a	111.8±46.4 a
Large	2.4±1.1b	110.1±43.3 b	163.5±38.2 b

Entries within a column followed by the same letter were not significantly different (Duncan's test, p = 0.05)

Rhizome seed size and day of harvest

The largest rhizomes resulted from large rhizome seeds when harvested ten months after planting (39.4±3.1 mm) (Table 5). Rhizome seed size is an indicator of rhizome propagation quality, and large and heavy rhizomes show improved growth in the early vegetative phase (due to high levels of starch) (Rosita *et al.* 2001). This fast growth in the early vegetative phase likely causes the Java turmeric plant to start the generative phase earlier, producing larger rhizomes when harvested ten months after planting.

Table 5. The effect of rhizome seed size and day of harvest on DPR (mm) values of Java turmeric rhizomes

Day of harvest (month)	Rhizome seed size		
	small (50–80g)	medium (100–150g)	large (200–250g)
8	31.4±1.6 d	32.7±3.4 c	36.4±1.0 b
10	27.7±2.6 g	32.9±3.4 c	39.4±3.1 a
12	28.9±2.6 f	30.3±2.0 e	32.8±3.0 c

Entries within a column followed by the same letter were not significantly different (Duncan's test, p = 0.05).

Rhizome seed size and fertilizer treatment

The interaction between rhizome seed size and fertilizer treatment is shown in Table 6. The use of large rhizome seeds together with organic fertilizer showed the largest DSR (17.9±2.9 mm). The largest WSR was seen when using big rhizome seeds together with organic and inorganic fertilizer (56.6±13.6 g and 37.2±15.4 g respectively). The highest NSR was yielded when using organic fertilizer on any seed size (large: 4.3±0.1 g, medium: 3.1±1.3 g, small: 3.2±1.2 g). Kamal & Yousuf (2012) noted that turmeric plants produce more secondary rhizomes (16.2 on average) when using cow manure compared to not using any fertilizer.

Table 6. The effect of fertilizer treatment and rhizome seed size on NSR, WSR, and DSR values of Java turmeric rhizomes.

Rhizome seed size	Fertilizer	NSR	WSR (g)	DSR (mm)
Small	Without fertilizer	2.3±0.8 ab	15.3± 8.2 abcd	14.2±0.6 bcd
	Inorganic	2.5±1.3 ab	13.7±10.2 abcd	11.2±4.7 ab
	Semi-organic	1.7±0.7 ab	11.7± 6.7 ab	9.4±1.8 a
	Organic	3.2±1.2 cd	33.2±21.7 efg	14.9±5.0 bcd
Medium	Without fertilizer	2.4±0.5 bc	17.2± 2.0 cdef	15.0±0.4 cd
	Inorganic	1.7±1.3 ab	13.8± 9.0 abc	8.9±6.2 a
	Semi-organic	2.6±0.5 bc	15.2± 5.8 bcde	14.7±2.1 bcd
	Organic	3.1±1.3 cd	26.1±10.9 def	14.2±0.4 bcd
Large	Without fertilizer	1.5±0.6 a	9.0± 4.5 a	9.8±1.5 a
	Inorganic	2.8±0.9 c	37.2±15.4 fg	15.2±3.7 cd
	Semi-organic	2.3±1.4 ab	18.7±14.6 cde	11.5±4.2 abc
	Organic	4.3±0.1 d	56.6±13.6 g	17.9±2.9 d

Entries within a column followed by the same letter were not significantly different (Duncan's test, p = 0.05)

4. Discussion

The differences between the number and weight of the Java turmeric rhizomes during the growth phase (when harvested eight months after planting in the dormant phase) compared to during the early

vegetative phase (when harvested ten months after planting) are likely due to rainfall (Muhartini & Kurniasih 2000). The decreasing size, weight and number of rhizomes recorded when harvested at ten months is caused by the starch content of the rhizomes being utilized for growing shoots, as recorded in lempuyang (Kristina, *et al.* 2010). In

plants that produce rhizomes, environmental conditions determine the occurrence of initiation of cell division in the bud eye, which is followed by a growing shoot (Yuliani *et al.* 1999).

The use of organic fertilizer affected the number and weight of the tertiary rhizomes as well as the weight of the primary and total rhizomes. This effect is likely due to the nature of the organic compound. The fertilizer increases the soil nutrient levels so that using different rhizome seed sizes for propagation did not significantly affect the growth and production of Java turmeric rhizomes. Allison (1973), reports that using organic fertilizer improves soil condition and increases the soil microbe population, thereby increasing the available nutrients for the plant.

The effect of rhizome seed size was seen in the NPR, WPR, DPR, and WTR values, showing that large rhizome seeds are the best size rhizomes for propagation. This effect could be driven by the presence of starch stored in the rhizomes as a source of energy for new growth when used for vegetative propagation of rhizome plants (Addai & Scott 2011). Starch is metabolized by enzymes (amylase) to produce energy, which is transferred to the shoot for growth of the plant (Hopkin & Norman 2004). Larger rhizomes contain more starch, providing more energy for improved growth during the early growing phase (vegetative phase) compared to smaller rhizomes. Seedlings with faster growth in the early vegetative phase produce increased numbers of larger rhizomes.

The use of organic fertilizer together with large rhizome seeds produces higher NSR values. The addition of organic fertilizer improves the soil texture and structure, as well as the binding power and drainage of water, and this affects the growth and development of secondary rhizomes in turmeric species. The use of organic matter lengthens the time that nitrogen is available in the soil aggregate; long-term nutrient availability is important to a long-lived plant such as Java turmeric (Kamal & Yousuf 2012). Increasing the organic matter in the soil also increases the availability of chelating agents which bond to dissolved ions and increase soil fertility (Manitoba 2013). Organic matter improves soil quality and therefore counteracts decreased agricultural production due to the decreased quality of the soil. Organic matter also decreases salinity and improves soil structure, water holding capacity, and air permeability in the rooting zone (Hassanpanah & Jafar 2012).

5. Conclusion

The use of organic fertilizer generally increased rhizome production in Java turmeric. Using large rhizome seeds for propagation together with organic fertilizer increased the number, weight, and diameter of secondary rhizomes. High levels of starch in the primary rhizome are important for growth of the plant, therefore the use of large rhizomes for propagation is important in Java turmeric cultivation. Treatment with organic fertilizer produces rhizomes with larger diameters when harvested ten months after planting.

6. Acknowledgments

The research was funding by DIPA-Kebun Plasma Nutfah. The author would like to thank Dody Priadi for providing advice and input regarding the utilization of material, helping with the preparation of the research and improving this manuscript.

References

- Addai IK, Scott P. 2011. Influence of Bulb Size At Planting on Growth and Development of Common Hyacinth and Lily. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 298-314.
- Adi EBM, Indrayani S, Mulyaningsih ES. 2015. The Dormancy Breakdown in Java Turmeric With Application Plant Growth Regulatur of NAA and BAP. *Prossiding Seminar Biodiversitas* (pp. 105-108). Depok: Universitas Sebelas Maret.
- Allison FE. 1973. *Soil Organic Matter and its Role in Crop Production*. New York: Elsevier.
- A'yun LQ, Maghfoer MD, Wardiyati T. 2015. Influence of Shoot Lenght And Weight of Rizome In Java Turmeric (*Curcuma Xanthorrhiza* Robx.) Plant Growth. *Jurnal Produksi Tanaman*, 600-606.
- Bintari GS, Windarti I, Fiana DN. 2014. Bintari GS, I Windarti, DN Fiana. 2014. "Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) as gastroprotector of Mucosal Cell Damage. *Med J of Lampung University*, 77-84.
- Boud GK, Pandey R, Namdeo NK, Akhiwar K, Pandey G. 2013. "Influence of organic and inorganic sources of nutrients on growth, yield and quality of ashwagandha [*Withania somnifera* (L.) Dunal]. *Crop Res* 46 (1,2,3), 226-230.
- Djakamihardja S, Setyadi redja P, Sudjono. 1985. Java Turmeric (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Cultivation and the prospect of development in Indonesia. In *Proceedings National Turmeric Simposium* (pp. 49-60). Bandung: UNPAD.

- Djamhari S. 2010. The Dormancies Breakage in Java turmeric rhizome (*Curcuma xanthorrhiza* xrob.) Using Atonic and rooting stimuli with atonic solution. *J Sain tek*, 12 (1):66–70.
- Duruigbo CI, Okereke-Ejiogu EN, Peter-Onoh CA, Nwokeji EM, Ogwudire VE, & Onoh PA. 2013. Integrated remediation strategies for sustaining agrobiodiversity degradation in Africa. *IOSR J of Agric and Vet Sci*, 3 (4):16–23.
- Ferry Y, Bambang ET, Randrani E. 2009. Effects of Light Intensity and Harvesting Age on Growth, Production and Quality of Rhizome of *Curcuma xanthorrhiza* under Coconut Tree. *Bul. Littro*, 20 (2):131–40.
- Hadipoentyanti E, Syahid SF. 2007. Response of Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) derived from rhizome in vitro of the second generation to fertilizer application. *J Littri*, 13 (3):106–10.
- Hassanpanah D, Jafar A. 2012. “Evaluation of ‘Out Salt’ anti-stress material effects on mini-tuber production of potato cultivars under in vivo condition. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (1):256–59.
- Hopkin WG, Norman P. 2004. *Introduction to plant physiology*. 3ed. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Hossain MA, Ishimine Y, Akamine H, Motomura K. 2005. Effects of Seed Rhizome Size on Growth and Yield of Turmeric (*Curcuma longa* L.). *Plant Prod. Sci.*, 8 (1):86–94.
- Kamal MZ, Yousuf MN. 2012. Effect of Organic Manures on Growth, Rhizome Yield and Quality Attributes of Turmeric (*Curcuma longa* L.). *The Agriculturists*, 10 (1):16–22.
- Kristina NN, Bermawie N, Rahardjo M, Darwati I, Purwiyanti S, Lukman W. 2010. Evaluasi 15 Akses Temulawak Berdasarkan Indikator Geografis Untuk Meningkatkan Produksi >20%. Bogor: Balitro.
- Manitoba. 2013. Effect of manure and fertilizer on soil fertility and soil quality. Manitoba: Manitoba.
- Muhartini SS, Kurniasih B. 2000. Growth and yield of (*Curcuma Xanthorrhiza* Roxb) on difference light intensity and dosage of fertilizer. *Jurnal Ilmu pertanian*, 7 (1):17–21.
- Prana MS. 1985. Some biological aspects of java turmeric. *Java turmeric symposium* (pp. 42–46). Bandung: University of Padjajaran Extension.
- Rahardjo, Mono, Ajijah N. 2007. The Effect of Organic Fertilizer on Productivity and Quality of Three Promising Lines Java Turmeric (*Curcuma Xanthorrhiza* Roxb.) Promising Lines, in Cibinong Bogor. *Bul. Littro*, 18 (1):29–38.
- Rosita SM, Darwati I, Rahardjo M. 2001. The effect of seed weight and manure towards yield and quality of zingiber zerumbet (*Curcuma aeruginosa* Roxb.). *Warta tumbuhan obat Indonesia*, 7 (1):9–11.
- Samanhudi, Yunus A, Pujiasmanto B, Rahayu M. 2014. Application of Organic Manure and Mycorrhizal for Improving Plant Growth and Yield of Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Scientific Research Journal*, 2 (11):11–16.
- Somasundaran, Shanthi, G. 2014. Sustainable Production Packages for Turmeric. *Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. “Building Organic Bridges”, at the Organic World Congress* (pp. 615-618). Istanbul.: ISOFAR.
- Sukarman, Rahardjo M, Devi R, Melati. (2011). Effect of Seed Rhizome Size of The Growth and Reproduksi of Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). *Bul. Littro*, 22 (2):127 – 135.
- Yuliani S, Januwati M, Tritianingsih. (1999). The effect of storage of fresh rhizomes lempuyang wangi (*Zingiber aromaticum*) towards essential oil and starch content. *Warta tumbuhan obat Indonesia*, 5 (1):23–24.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Artikel Penelitian****Korelasi Antara Kandungan Karbohidrat, Protein, dan Lemak dengan Kompatibilitas *Grafting* Bibit Durian (*Durio zibethinus* Murr)*****Correlation Between Carbohydrate, Protein, and Fat Content with Compatibility of Durian (*Durio zibethinus* Murr) Seed Grafting*****Suharjo****Fakultas Pertanian Universitas Lakidende Unaaha
Jl. Sultan Hasanuddin 234 Unaaha, Kabupaten Konawe Sulawesi Tenggara*

Diterima: 1 Agustus 2019/ Disetujui: 19 November 2019

ABSTRACT

Durian nurseries can be done using generative and vegetative material sources. Both sources of propagation have their respective weaknesses and strengths. Quality seeds are obtained through a combination of two sources of propagation material that have each of the advantages that can complement each other. The process of merging can be through mini grafting. The mini grafting method in durian nurseries can use side grafting and shoot grafting methods. This study wants to examine the relationship of carbohydrate, protein, and fat content to the successful growth of mini grafting results on durian plants. The research was carried out by analyzing the carbohydrate, protein and fat content in the upper stem which will be used for grafting, as well as observing and measuring the growth process of mini grafting plants. It was concluded that the carbohydrate content of the upper stems gave the highest positive contribution to the increase in the number of shoots followed by the number of leaves, percentage of living grafts, leaf area, leaf area ratio, root canopy ratio, shoot length, and stem diameter. The protein and fat content cannot contribute to the growth even has a tendency to inhibit growth of grafted seeds.

Keywords: *Durian; Macromolecules; Storage time; Upper stem source.*

ABSTRAK

Pembibitan Durian dapat dilakukan dengan menggunakan sumber bahan generatif dan vegetatif. Kedua sumber propagasi ini memiliki kelemahan dan kekuatan masing-masing. Bibit berkualitas diperoleh melalui kombinasi dari dua sumber bahan perbanyakan yang memiliki masing-masing kelebihan yang dapat saling melengkapi. Proses penggabungannya bisa melalui mini grafting. Metode mini grafting di pembibitan durian dapat menggunakan cara grafting samping dan grafting pucuk. Penelitian ini ingin mengkaji hubungan kandungan karbohidrat, protein, dan lemak terhadap keberhasilan pertumbuhan hasil mini grafting pada tanaman durian. Penelitian dilaksanakan dengan menganalisis kandungan karbohidrat, protein dan lemak pada batang atas yang akan digunakan untuk grafting, serta mengamati dan mengukur proses pertumbuhan tanaman hasil mini grafting. Disimpulkan kandungan karbohidrat pada batang atas memberikan kontribusi positif tertinggi terhadap peningkatan jumlah tunas diikuti oleh jumlah daun, luas daun, perbandingan luas daun, perbandingan pupus akar, panjang tunas, dan diameter batang. Kandungan protein dan kandungan lemak tidak dapat berkontribusi pada pertumbuhan bibit okulasi bahkan memiliki kecenderungan untuk menghambat pertumbuhan.

Kata kunci: *Durian; Makromolekul; Sumber batang atas; Waktu penyimpanan.*

*Korespondensi Penulis.

E-mail: suharjo.unilaki@gmail.com (Suharjo)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v3i2.87>

1. Pendahuluan

Penggunaan bibit durian unggul dalam usahatani tanaman durian dalam waktu singkat sangat diperlukan. Teknologi yang diperlukan untuk memperoleh bibit durian unggul adalah teknologi *mini grafting* atau sambung dini. Sambung dini yaitu teknik perbanyak vegetatif yang dilakukan seawal mungkin pada kondisi batang bawah yang telah memungkinkan untuk disambung (Melnik, 2016). Penggunaan dan pemilihan tipe batang atas yang baik dan mengetahui kapan batang bawah berada dalam stadia aktivitas vegetatif yang baik merupakan pertimbangan penting berhasilnya penyatuan sambungan, sehingga perlu diketahui sumber batang atas yang paling sesuai untuk disambung pada masing-masing varietas. Pertumbuhan bibit setelah penyambungan (tinggi batang atas dan lebar daun bibit) dipengaruhi oleh sumber batang atas yang digunakan (Kumar, 2011).

Penggunaan batang atas selama ini sebagai bahan penyambungan masih bersifat umum yaitu penggunaan sumber batang atas belum spesifik berasal dari cabang tertentu sehingga belum jelas sumber batang atas yang dapat meningkatkan keberhasilan sambungan. Sumber batang atas potensial adalah cabang primer, sekunder, dan tersier yang memiliki kandungan makromolekul dan fitohormon untuk mendukung tingkat keberhasilan penyambungan (Gardner, 2008). Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi keberhasilan dengan metode *grafting* adalah kesegaran batang atas. Kesegaran batang atas berkaitan dengan kecukupan cadangan makanan/energi berupa kandungan asimilat untuk pertumbuhan dan pemulihan sel-sel yang rusak akibat pelukaan. Semakin segar batang atas maka semakin banyak pula cadangan energinya (Gardner, 2008). Kandungan asimilat pada batang atas dapat merangsang pembelahan, pembesaran dan diferensiasi sel, yang kemudian mendorong proses pertautan antara batang atas dan bawah. Penelitian ini bertujuan mengetahui korelasi kandungan karbohidrat, protein dan lemak dengan kompatibilitas sambungan bibit durian (*Durio zibethinus*. Murr). Hasil penelitian ini nantinya dapat digunakan sebagai informasi dalam melakukan *mini grafting*.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga Agustus 2018 bertempat pada Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Lakidende Unaaha, Sulawesi Tenggara.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah batang bawah, batang atas dari berbagai sumber cabang. Bahan analisis meliputi amilum, dekstrin, sukrosa, laktosa, maltosa, galaktosa, fruktosa, glukosa dan arabinosa masing-masing dalam larutan 1%, pereaksi Molisch, dan H_2SO_4 pekat. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah gunting pangkas, tangga, tabung reaksi, rak tabung, dan pipet tetes, pengaduk, mortar, tabung fermentasi, kaca preparat dan papan uji, dan alat pendukung lainnya yang akan disebutkan dalam prosedur penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan pengamatan terhadap variabel independen yang meliputi kandungan karbohidrat, kandungan protein, dan kandungan lemak serta variabel dependen yaitu variabel pertumbuhan tanaman. hubungan antar variabel dari berbagai sumber batang atas dan lama simpan batang atas dianalisis dengan menggunakan analisis korelasi. Jumlah tanaman yang disambung pada penelitian ini adalah 360 tanaman.

Penyiapan batang bawah

Persiapan batang bawah dilakukan dengan persiapan biji, perkecambahan biji, penyiapan medium tanam, dan penyemaian biji. Biji berasal dari buah pada pohon yang sama, biji berasal dari buah yang seragam dengan berat berkisar 1,25 - 1,5 kg. Biji diambil dari bagian tengah pada setiap jalur buah. Biji dipilih agar dicapai keseragaman yaitu yang memiliki berat ± 25 gram, warna biji putih mengkilat, dan tidak keriput. Biji dibersihkan dari sisa daging buah dengan menggunakan air yang bersih, selanjutnya ditiriskan dengan cara menempatkan pada kertas koran bersih. Jumlah biji sekitar 1500 biji. Biji yang telah diseleksi kurang lebih 1000 biji dikecambahkan pada bak pasir yang bersih, 5 jam setelah pembersihan biji, biji diletakkan pada bak perkecambahan secara teratur rapi dengan jarak 1 cm. Biji ditutup dengan pasir hingga rata dengan badan biji, selanjutnya disiram agar kondisi medium tanam menjadi lembab.

Medium tanam yang digunakan adalah campuran tanah, pasir dan pupuk kandang dengan perbandingan volume 2 bagian tanah, 1 bagian pasir, dan 1 bagian pupuk kandang. Campuran medium tanam tersebut dimasukan ke dalam polybag ukuran 12 x 15 cm. Medium tanam tersebut ditempatkan pada rumah pembibitan dan dibiarkan beberapa hari. Biji yang telah berkecambah diambil dari bak perkecambahan. Bibit tersebut diseleksi dengan vigor yang baik selanjutnya ditanam pada medium tanam yang telah disiapkan sebanyak 750 biji kecambah. Bibit yang telah ditanam disiram secukupnya dengan

volume air yang sama. Penyiraman dilakukan setiap sore hari. Untuk membuat pertumbuhan bibit lebih cepat, epikotil yang masih melengket harus dibuang. Bibit dipelihara sampai siap sambung yaitu berumur 6 Minggu

b. Pengambilan Sampel Batang atas

Sampel batang atas diambil pada pohon durian yang akan digunakan sebagai sumber batang atas. Sampel batang atas diambil pada sore hari sekitar pukul 15.00 – 18.00 dengan menggunakan gunting pangkas. Batang atas diambil pada cabang primer, cabang sekunder, dan cabang tersier. Batang atas yang diambil adalah batang atas dengan kondisi daun tua dan calon daun terakhir dalam keadaan dorman. Panjang batang atas sekitar 10 cm (jumlah daun 4 lembar).

b. Penyimpanan Batang atas

Batang atas disimpan pada suhu kamar 20°C dengan kelembaban 75%. Batang atas sebelum disimpan terlebih dahulu dibungkus dengan menggunakan kertas koran yang telah dipercikan air tetapi tidak terlalu basah selanjutnya dibungkus lagi dengan menggunakan pelepah pisang (Saifuddin & Wardiana, 2014).

3. Hasil

Hasil analisis kandungan karbohidrat, protein, lemak dan hasil pengamatan nilai-nilai pada karakter yang diamati (parameter pertumbuhan) hasil sambung pucuk (*mini grafting*) tanaman durian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis kandungan karbohidrat, protein, lemak dan hasil pengamatan nilai-nilai pada karakter yang diamati hasil sambung pucuk dini (*mini grafting*) tanaman durian

No	Variabel Pengamatan	Nilai
1	Kandungan Karbohidrat	23,14 %
2	Kandungan Protein	0,62 %
3	Kandungan Lemak	0,40 %
4	Persentase Sambung Hidup	41,81 %
5	Persentase Dorman Pucuk	15,14 %
6	Jumlah Tunas	1,9 pucuk
7	Panjang Tunas	18,71 cm
8	Jumlah Daun	3,94 helai
9	Diameter Batang	12 mm
10	Luas Daun Total	40,56 cm ²
11	Nisbah Luas Daun	10,75 g/g
12	Nisbah Pupus Akar	3,96 g/g

Hasil uji korelasi antara kandungan karbohidrat dengan keberhasilan dan kompatibilitas sambungan disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat dengan persentase sambung hidup ($r=0,53$), persentase dorman pucuk ($r=-0,59$), jumlah tunas ($r=0,64$) dan jumlah daun ($r=0,63$), dan luas daun ($r=0,46$) mempunyai korelasi positif sangat signifikan dan nisbah luas daun ($r=0,39$), dan nisbah pupus akar ($r=0,33$) mempunyai korelasi positif signifikan sedangkan panjang tunas ($r=0,25$) dan diameter batang ($r=0,22$) mempunyai korelasi positif tidak signifikan

Tabel 2. Korelasi antara kandungan karbohidrat dengan keberhasilan dan kompatibilitas sambungan (parameter pertumbuhan)

No	Variabel Pertumbuhan	Karbohidrat	
		Coefficients (r)	(Prob> r)
1	Persentase Sambung Hidup	0,53694**	0,0009
2	Persentase Dorman Pucuk	-0,58984**	0,0002
3	Jumlah Tunas	0,63589**	<,0001
4	Panjang Tunas	0,25039ts	0,1468
5	Jumlah Daun	0,62910**	<,0001
6	Diameter Batang	0,21646ts	0,2117
7	Luas Daun	0,46468**	0,0049
8	Nisbah Luas Daun	0,39380*	0,0193
9	Nisbah Pupus Akar	0,32891*	0,0537

Keterangan : ** = Sangat Signifikan; * = Signifikan; ts = Tidak Signifikan

Hasil uji korelasi antara kandungan protein dengan keberhasilan dan kompatibilitas sambungan disajikan pada Tabel 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa korelasi kandungan protein dengan persentase sambung hidup ($r=-0,56$), persentase dorman pucuk ($r=0,53$), jumlah daun ($r=-0,50$), dan nisbah pupus akar ($r=-0,46$) sangat signifikan, jumlah tunas ($r=-0,40$) korelasi signifikan sedangkan panjang tunas ($r=-0,20$), diameter batang ($r=0,06$), luas daun ($r=-0,17$), nisbah luas daun ($r=-0,27$) korelasi tidak signifikan. Dijelaskan bahwa persentase dorman pucuk ($r=0,53$) dan diameter batang ($r=0,06$) korelasi positif sedangkan persentase sambung hidup ($r=-0,56$), jumlah daun ($r=-0,50$), jumlah tunas ($r=-0,40$), panjang tunas ($r=-0,20$), luas daun ($r=-0,17$), nisbah luas daun ($r=-0,27$), dan nisbah pupus akar ($r=-0,46$) korelasi negatif.

Tabel 3. Korelasi antara kandungan protein dengan keberhasilan dan kompatibilitas sambungan (parameter pertumbuhan)

No	Variabel Pertumbuhan	Protein	
		<i>Coefficients (r)</i>	<i>(Prob > r)</i>
1	Persentase Sambung Hidup	-0,56362**	0,0004
2	Persentase Dorman Pucuk	0,53124**	0,0010
3	Jumlah Tunas	-0,39993*	0,0173
4	Panjang Tunas	-0,20092ts	0,2471
5	Jumlah Daun	-0,49920**	0,0023
6	Diameter Batang	0,06069ts	0,7291
7	Luas Daun	-0,17353ts	0,3188
8	Nisbah Luas Daun	-0,27508ts	0,1097
9	Nisbah Pupus Akar	-0,45795**	0,0057

Keterangan : ** = Sangat Signifikan; * = Signifikan; ts = Tidak Signifikan

Hasil uji korelasi antara kandungan lemak dengan keberhasilan dan kompatibilitas sambungan menunjukkan bahwa korelasi antara kandungan lemak dengan persentase sambung hidup ($r = 0,17$), persentase dorman pucuk ($r = -0,05$), jumlah tunas ($r = 0,22$), panjang tunas ($r = 0,16$), jumlah daun ($r = 0,15$), diameter batang ($r = -0,09$), luas daun ($r = -0,04$), nisbah luas daun ($r = 0,15$), dan nisbah pupus akar ($r = -0,004$) menunjukkan korelasi yang tidak signifikan (Tabel 4).

Tabel 4. Korelasi antara kandungan lemak dengan keberhasilan dan kompatibilitas sambungan (parameter pertumbuhan)

No	Variabel Pertumbuhan	Lemak	
		<i>Coefficients (r)</i>	<i>(Prob > r)</i>
1	Persentase Sambung Hidup	0,17589ts	0,3122
2	Persentase Dorman Pucuk	-0,05334ts	0,7609
3	Jumlah Tunas	0,22571ts	0,1923
4	Panjang Tunas	0,15762ts	0,3658
5	Jumlah Daun	0,14812ts	0,3958
6	Diameter Batang	-0,08665ts	0,6207
7	Luas Daun	-0,04211ts	0,8102
8	Nisbah Luas Daun	0,15471ts	0,3749
9	Nisbah Pupus Akar	-0,00372ts	0,9831

Keterangan : ts = Tidak Signifikan

4. Pembahasan

Hasil penelitian pada Tabel 2 ini membuktikan bahwa ketersediaan karbohidrat pada batang atas

akan meningkatkan tingkat keberhasilan dan kompatibilitas *grafting* pada tanaman durian. Berdasarkan data tersebut kandungan karbohidrat yang ada dalam batang atas memberikan kontribusi positif tertinggi terhadap pertambahan jumlah tunas diikuti jumlah daun, persentase sambung hidup, luas daun, nisbah luas daun, nisbah pupus akar, panjang tunas, dan diameter batang. Kontribusi bersifat positif yang artinya karbohidrat dalam batang atas dapat memacu pertumbuhan, sedangkan kontribusi negatif berarti akan menghambat pertumbuhan (Suharjo *et al.* 2017). Hal ini sejalan dengan peran karbohidrat sebagai sumber energi bagi pertumbuhan tanaman terutama pembentukan tunas dan daun pada tanaman. Pada awal pertumbuhan tanaman dibatasi oleh tersedianya cadangan makanan yang ada di dalam bahan makanan. Jika bahan tanaman berasal dari setek maka bahan-bahan organik yang ada di dalamnya merupakan cadangan makanannya. Pertambahan pertumbuhan berlangsung melalui suatu rentetan peristiwa yang meliputi antara lain pembentukan karbohidrat (proses fotosintesis), proses absorpsi, translokasi, metabolisme, respirasi (Suharjo *et al.* 2017; Gardner, 2008); (Ainsworth & Bush, 2012). Keberhasilan penyambungan yang dicirikan dengan persentase sambung hidup tinggi dan persentase batang atas dorman rendah tergantung pada terbentuknya pertautan sambungan yang disebabkan oleh terbentuknya kallus. Proses pembentukan kallus tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat yang terdapat pada setek karena senyawa tersebut merupakan sumber energi dalam pembentukan kallus. Karbohidrat memainkan peran kunci dalam semua aspek kehidupan tanaman. Kekurangan karbohidrat akan berdampak pada proses metabolisme dan perkembangan tanaman (Li *et al.* 2013); (Shipley, 2016); (Gardner, 2008).

Kandungan protein dan lemak pada batang atas tidak dapat memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan bibit hasil *grafting* bahkan punya kecenderungan dapat menghambat pertumbuhan. Variabel pertumbuhan *grafting* berkorelasi negatif terhadap protein. Persentase sambung hidup merupakan variabel pertumbuhan tertinggi yang dihambat oleh keberadaan protein diikuti oleh variabel jumlah daun, nisbah pupus akar, jumlah tunas, nisbah luas daun, panjang tunas, dan luas daun. Begitu pula dengan kandungan lemak yang ada dalam batang atas tidak memberikan kontribusi terhadap variabel pertumbuhan tanaman. Jika diamati dari nilai koefisien korelasi ada beberapa variabel pertumbuhan yang nilainya negatif, yang berarti dengan keberadaan lemak akan

mengganggu pertumbuhan tanaman khususnya variabel yang diamati yaitu persentase dorman pucuk, diameter batang, luas daun, dan nisbah pupus akar.

5. Kesimpulan

Kandungan karbohidrat yang ada dalam batang atas memberikan kontribusi positif tertinggi terhadap pertambahan jumlah tunas diikuti jumlah daun, persentase sambung hidup, luas daun, nisbah luas daun, nisbah pupus akar, panjang tunas, dan diameter batang. Kandungan protein dan lemak pada batang atas tidak dapat memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan bibit hasil *grafting* bahkan punya kecenderungan dapat menghambat pertumbuhan.

Daftar Pustaka

- Ainsworth E & Bush DR. 2012. Carbohydrate Export from the Leaf: A Highly Regulated Process and Target to Enhance Photosynthesis and Productivity. *Plant Physiology*, 155, 64–69.
- Gardner F. 2008. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: UI Press.
- Kumar G. 2011. *Propagation of Plants by Grafting and Budding*. <http://pubs.wsu.edu>
- Li CY, Weiss D, Goldschmidt EE. 2013. Effects of carbohydrate starvation on gene expression in citrus root. *Journal of Plant Biology, Heidelberg*, 216(1).
- Melnyk C. 2016. Plant grafting: Insights into tissue regeneration. *Journal Regeneration*, 4, 3–14.
- Saifuddin & Wardiana. 2014. The Influence of Period and Top Stem Storage Media on Green Grafting Success and Top Stem Water Content in Rubber Plants, *TIDP Journal*, 2(1), 13–20.
- Shipley B. 2016. Net Assimilation Rate, Specific Leaf Area, And Leaf Mass Ratio: Which Is Most Closely Correlated With Relative Growth Rate. *Journal of Functional Ecology*, 10, 206–210.
- Suharjo, Bahrin A, Safuan L, Mamma S. 2017. Effect of Source and Storage Times of Scion to Carbohydrate, Protein, Lipids, and Auxin Content at Durian Nursery (*Durio zibethinus*. Murr). *IJRAMR*, 04(9), 2819–2824.

PEDOMAN PENULISAN JURNAL AGROSAINSTEK

Jurnal Agrosainstek merupakan jurnal yang menerbitkan artikel hasil penelitian, artikel *review*, dan catatan penelitian (*research note*) terkait bidang agroteknologi, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Bidang ilmu yang diterbitkan meliputi budidaya tanaman, pemuliaan tanaman, ekofisiologi tanaman, ilmu benih, lahan pertanian, pasca panen, hama penyakit tanaman, gulma, teknologi pertanian, dan bioteknologi pertanian.

Semua naskah yang diajukan ke jurnal harus ditulis dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris yang baik. Naskah dapat berupa: hasil-hasil penelitian mutakhir (paling lama 5 tahun terakhir), ulasan (*review*), analisis kebijakan atau catatan penelitian (*research note*) singkat mengenai teknik percobaan, alat, pengamatan, hasil awal percobaan (*preliminary result*). Naskah yang diterima adalah naskah yang belum pernah dimuat atau tidak sedang dalam proses publikasi dalam jurnal ilmiah nasional maupun internasional lainnya.

FORMAT

Naskah dikirimkan dengan mengikuti format naskah yang telah ditentukan. Naskah, termasuk Abstrak dan *Abstract*, diketik 1,5 spasi pada kertas HVS ukuran A4 (210 x 297 mm), pias 2,5 cm di semua sisi, dan huruf Times New Roman berukuran 12 point. Naskah diketik dengan program *Microsoft Word* (doc). Setiap halaman diberi nomor secara berurutan dengan jumlah maksimal 15 halaman, termasuk tabel dan gambar. Tabel dan gambar disajikan di bagian akhir naskah (disatukan dengan naskah).

SUSUNAN NASKAH

Naskah disusun dengan urutan:

- Judul
- Nama lengkap Penulis (beri tanda * pada penulis untuk korespondensi)
- Nama lembaga/institusi, disertai alamat lengkap
- Email penulis untuk korespondensi
- Abstrak
- Kata kunci
- Pendahuluan
- Bahan dan Metode
- Hasil
- Pembahasan
- Kesimpulan
- Ucapan terima kasih (bila diperlukan)
- Daftar Pustaka
- Tabel dan gambar beserta keterangannya

Naskah berupa ulasan, analisis kebijakan, dan catatan penelitian tidak harus ditulis menurut susunan naskah hasil penelitian. Ketentuan untuk naskah berupa catatan penelitian adalah maksimum 10 halaman (termasuk tabel dan gambar). Pendahuluan dan metode ditulis singkat, dan tanpa abstrak. Ulasan ditulis sebagai naskah sinambung tanpa sub judul Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan.

Penulis dapat mengunduh **Template Penulisan Jurnal Agrosainstek** yang telah disediakan untuk memudahkan penulis dan mengurangi kesalahan dalam format penulisan.

DESKRIPSI TIAP BAGIAN NASKAH

Halaman Judul

Judul dicetak tebal (*bold*) dengan huruf kapital pada setiap awal kata, kecuali kata sambung. Judul maksimum terdiri atas 15 kata (kecuali kata sambung). Naskah dalam Bahasa Indonesia harus disertai judul dalam Bahasa Inggris yang ditulis miring (*italic*). Di bawah judul, ditulis nama lengkap (tidak disingkat) semua penulis beserta nama dan alamat lembaga afiliasi penulis. Beri tanda * pada nama penulis untuk korespondensi. Alamat untuk korespondensi harus dilengkapi dengan kode pos, nomor telepon dan HP, faksimile, dan email.

Abstrak dan Kata Kunci

Abstrak adalah paragraf yang berdiri sendiri dan harus mencakup tujuan, metode, dan hasil secara ringkas. Tidak ada kutipan pustaka di dalam Abstrak. Abstrak ditulis dalam Bahasa Inggris, satu paragraph, maksimum 250 kata, dan diketik dalam 1,5 spasi. Kata kunci ditulis setelah abstrak, maksimum enam kata. Naskah dalam Bahasa Indonesia harus menyertakan juga abstrak dan kata kunci dalam Bahasa Indonesia, dituliskan setelah abstrak dan kata kunci dalam Bahasa Inggris.

Teks

Awal paragraf dimulai dengan indent 1 cm dari sisi kiri naskah. Penulisan sub judul (**PENDAHULUAN, BAHAN DAN METODE, HASIL, PEMBAHASAN, KESIMPULAN, UCAPAN TERIMA KASIH, DAFTAR PUSTAKA**) ditulis di tengah dengan huruf kapital. Sub-sub judul level 2 ditulis di kiri halaman dengan huruf kapital di awal setiap kata, sedangkan sub-sub judul level 3 ditulis dengan cetak miring (*italic*) dan huruf kapital di setiap awal kata. Setiap sub judul dan sub-sub judul diberikan nomor (contoh : 1. Pendahuluan, kemudian 1.1, 1.1.1, dst)

Nama organisme harus diikuti dengan nama ilmiahnya secara lengkap pada pengungkapan pertama. Nama ilmiah ditulis miring, sedangkan nama penulis dari nama ilmiah dan kata seperti var. ditulis tegak. Contoh: *Elaeis guineensis* Jacq. Singkatan pertama kali ditulis dalam kurung setelah kata kata yang disingkatnya. Nama organisme (Indonesia/Daerah) yang tidak umum dikenal harus diikuti nama ilmiahnya pada pengungkapan pertama kali. Contoh : **Keramunting (*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk).**

Penulisan satuan menggunakan Standar Internasional (SI). Eksponen negatif digunakan untuk menyatakan satuan penyebut. Contoh: **mg L⁻¹**, bukan **mg/L**. Satuan ditulis menggunakan spasi setelah angka, kecuali untuk menyatakan persen. Contoh: **37 °C**, bukan **37°C**; **0.8%**, bukan **0.8 %**. Penulisan desimal menggunakan titik (bukan koma). Seluruh tabel dan gambar harus dirujuk dalam teks. Penggunaan nilai rata-rata (*means*) harus disertai dengan standar deviasi.

Hasil dan pembahasan ditulis secara terpisah. Hasil harus jelas dan singkat. Menyatakan hasil yang diperoleh berdasarkan metode yang telah dilakukan. Hindari penggunaan data yang sama pada tabel dan grafik. Pembahasan harus menjelaskan secara detail hasil yang diperoleh. Data dibahas dengan membandingkan data yang telah diperoleh saat ini dan hasil penelitian sebelumnya. Ungkapkan kesamaan, perbedaan, dan keunikan dari data penelitian anda.

Disarankan untuk menghindari kutipan yang terlalu umum dan membahas literatur yang telah dipublikasikan.

Kesimpulan harus menjawab tujuan penelitian. Menceritakan bagaimana kelebihan penelitian ditinjau dari perkembangan ilmu pengetahuan. Jangan mengulangi isi abstrak atau hanya daftar hasil eksperimen. Kesimpulan memberikan pembenaran ilmiah yang jelas untuk hasil penelitian dan kemungkinan untuk dikembangkan ataupun diaplikasikan. Anda juga bisa menyarankan untuk penelitian selanjutnya terkait dengan topik tersebut.

Daftar Pustaka

Ketentuan untuk pustaka sebagai rujukan adalah:

1. Sumber pustaka primer: jurnal, paten, disertasi, tesis, dan buku teks, yang ditulis dalam 10 tahun terakhir.
2. Proporsi jurnal minimal 80%.
3. Membatasi jumlah pustaka yang mengacu pada diri sendiri (*self citation*).
4. Sebaiknya dihindari: penggunaan pustaka di dalam pustaka, buku populer, dan pustaka dari internet kecuali jurnal dan dari instansi pemerintah atau swasta.
5. Abstrak tidak diperbolehkan sebagai rujukan.

Pustaka di dalam teks. Pustaka ditulis menurut nama akhir (nama keluarga) dan tahun. Jika penulis lebih dari dua orang, maka ditulis nama penulis pertama diikuti dengan *et al.* yang dicetak miring (*italic*). Jika penulis hanya dua orang, maka ditulis menggunakan simbol &. Contoh:

Yusnita et al. (1997) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan akar pada setek, adalah zat pengatur pertumbuhan.

Zat perangsang akar seperti IBA dan NAA yang ditambahkan pada setek mampu meningkatkan inisiasi, jumlah, dan kualitas akar (**Hitchcock & Zimmerman 1936**).

Daftar pustaka ditulis berdasarkan urutan alfabet dari nama akhir penulis pertama. Pustaka dengan nama penulis (kelompok penulis) yang sama diurutkan secara kronologis. Apabila ada lebih dari satu pustaka yang ditulis penulis (kelompok penulis) yang sama pada tahun yang sama, maka huruf 'a', 'b' dan seterusnya ditambahkan setelah tahun. Beberapa contoh penulisan daftar pustaka adalah sebagai berikut:

Jurnal:

Sopandie D, Hamim M, Jusuf N, Heryani. 1996. Toleransi Tanaman Kedelai Terhadap Cekaman Air: Akumulasi Prolinadan Asam Absisik dan Hubungannya dengan Potensial Osmotic Daun dan Penyesuaian Osmotic. *Bul. Agron.* 24(1): 9-14.

Buku

Suprihatno B, Daradjat AA, Satoto, Baehaki SE, Widiarta IN, Setyono A, Indrasari SE, Lesmana OS, Sembiring H. 2009. Deskripsi Varietas Padi. Subang: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.

Bab dalam Buku:

Jones MM, Turner MC, Osmond CB. 1991. Mechanisms of Drought Resistance. In: Paleg, L.G., D. Aspinall (eds). *The Physiology and*

Biochemistry of Drought Resistance in Plants. New York: Academic Press. p15-53

Prosiding

Radjagukguk B. 1990. Pengelolaan Produktivitas Lahan Gambut. Dalam: Aguslin, T., M.H. Abas dan Yurnalis (eds). *Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaan Baru Meningkatkan Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi.* Padang 17-18 Sept. 1990. hlm217-235.

Skripsi/Tesis/Disertasi:

Harnowo D. 1992. Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) Terhadap Pemupukan Kalium dan Cekaman Kekeringan pada Fase Reproduksi. [Tesis]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Informasi dari Internet

Hansen L. 1999. Non-Target Effects of Bt Corn Pollen on the Monarch Butterfly (Lepidoptera. Danaeidae). <http://www.ent.iastate.edu/entsoc/ncb99/program/abs/D81.html>. [21 Agustus 1999].

Tabel

Tabel berukuran lebar maksimal 166 mm. Penomoran tabel adalah berurutan. Judul tabel ditulis singkat namun lengkap. Judul dan kepala tabel menggunakan huruf kapital pada awal kalimat. Garis vertikal tidak boleh digunakan. Catatan kaki menggunakan angka dengan kurung tutup dan diketik *superscript*. Tanda bintang (*) atau (**) digunakan untuk menunjukkan tingkat nyata berturut-turut pada taraf 95% dan 99%. Jika digunakan taraf nyata yang lain, gunakan simbol tambahan.

Gambar

Gambar dan ilustrasi harus menggunakan resolusi tinggi dan kontras yang baik dalam format JPEG, PDF atau TIFF. Resolusi minimal untuk foto adalah 300 dpi (*dot per inch*), sedangkan untuk grafik dan *line art* adalah 600 dpi. Gambar hitam putih harus dibuat dalam mode *grayscale*, sedangkan gambar berwarna dalam mode RGB. Gambar dibuat berukuran lebar maksimal 80 mm (satu kolom), 125 mm (satu setengah kolom), atau 166 mm (dua kolom). Keterangan di dalam gambar harus jelas. Jika ukuran gambar diperkecil maka semua tulisan harus tetap dapat terbaca.

Prosedur Publikasi

Seluruh naskah yang diterima akan dikirimkan ke Dewan Editor untuk dinilai. Dewan Editor berhak meminta penulis untuk melakukan perbaikan sebelum naskah dikirim ke penelaah. Editor juga berhak menolak naskah jika naskah tidak sesuai dengan format yang telah ditentukan.

Naskah akan ditelaah oleh minimum dua orang ahli di bidang yang bersangkutan (mitra bestari). Hasil penelaahan akan diberitahukan kepada penulis untuk diperbaiki dan kemudian ditelaah kembali oleh mitra bestari. Dewan Editor akan menentukan naskah yang dapat diterbitkan berdasarkan hasil penelaahan. Naskah akhir sebelum diterbitkan akan dikirimkan kembali kepada penulis untuk mendapatkan persetujuan.

Pengiriman Naskah dan Biaya Publikasi

Naskah dikirimkan dalam bentuk file Ms. Word, ke alamat email : agrosainstek@gmail.com. Biaya cetak untuk naskah yang telah disetujui adalah **Rp. 200.000**.