

Volume 7, Nomor 2, 2023

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

AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

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

DAFTAR ISI (CONTENT)

Keragaman Genetik Tanaman Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.) Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma 60Co (Generasi 5) <i>Nanda Widyaningtyas, Ida Retno Moeljani, Agus Sulistyono</i>	48 – 60
Dampak Dosis Urea terhadap Sifat-sifat Tanah, Populasi Mikroba dan Produksi Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> L.) pada Tanah Latosol <i>Taufiq Bachtiar, Bayu Adirianto, Muftia Hanani, Nur Robifahmi, Anggi Nico Flatian, Ania Citraresmini</i>	61 – 69
Stabilitas Parameter Kualitas 35 Klon Teh Sinensis (<i>Camellia sinensis</i> var. Sinensis) Yang Diolah Menjadi Teh Hijau dengan Metode Panning dan Steaming <i>Muhamad Khais Prayoga, Heri Syahrian, Vitria Puspitasari Rahadi, Hilman Maulana, Shabri, Alina Akhdya, Budi Martono, Tri Joko Santoso, Dwinita Wikan Utami</i>	70 – 78
Intensitas Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith pada Pertanaman Jagung di Kecamatan Mendo Barat Kabupaten Bangka <i>Rion Apriyadi, Riska Yuni Marlinda, Sitti Nurul Aini, Gigih Ibnu Prayoga</i>	79 – 88
Pengaruh Inokulasi <i>Glomus etunicatum</i> terhadap Biokimia Tanaman Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) yang Ditanam pada Cekaman Garam <i>Mohamad Agus Salim</i>	89 – 97

AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Volume 7 ▪ Nomor 2 ▪ 2023

PISSN : 2615-2207

EISSN : 2579-843X

KETUA EDITOR (*EDITOR IN CHIEF*)

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

ANGGOTA EDITOR (*EDITORIAL BOARD MEMBERS*)

Gigih Ibnu Prayoga, S.P., M.P. (Universitas Bangka Belitung)

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

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

Anggraeni, S.Si., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

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

Yati Setiati, S.P., M.P. (Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati)

Winda Wahyuni, S.P., M.Si (Universitas Bangka Belitung)

Novi Handayani, A. Md. (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@ubb.ac.id

AKREDITASI (*ACCREDITATION*)

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

MITRA BESTARI (REVIEWERS)

Nono Carsono, S.P., M.Sc., Ph.D. (Universitas Padjadjaran)

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

Dr. Inanpi Hidayati Sumiasih, S.P., M.Si. (Universitas Trilogi)

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

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

Fitri Widianitini, SP., MBtS., PhD. (Universitas Padjadjaran)

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

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

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

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

Dr. Ihsan Nurkomar, S.P. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Dr. M. Khais Prayoga, S.P., M.P. (Pusat Penelitian Teh dan Kina)

Agustin Zarkani S.P., M.Si., Ph.D. (Universitas Bengkulu)

Dr. Nyayu Siti Khodijah, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Rion Apriyadi, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Sari Intan Kailaku, S.TP., M.Si. (Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian)

Ankardiansyah Pandu Pradana, S.P., M.Si. (Universitas Jember)

Muh. Adiwena, S.P., M.Si. (Universitas Borneo Tarakan)

Dr. Yani Maharani, S.P., M.Si. (Universitas Padjadjaran)

Dr. Syarifah Yusra, S.TP., M.Sc. (Universitas Sains Cut Nyak Dhien)

Dr. Nani Ratnaningsih, S.TP., M.P. (Universitas Negeri Yogyakarta)

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

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Keragaman Genetik Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)
Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma ⁶⁰Co (Generasi 5)*****Genetic Diversity of Shallot (*Allium ascalonicum* L.) Variety Bauji of
Result Gamma Ray Irradiation ⁶⁰Co (Generation 5)*****Nanda Widyaningtyas^{1*}, Ida Retno Moeljani¹, Agus Sulistyono¹**

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Kota SBY, Jawa Timur 60294

Received: December 21, 2022 /Received in revised : December 14, 2023/ Accepted: December 20, 2023

ABSTRACT

One of the important factors in developing new superior varieties is genetic diversity. Through gene recombination, hybridization, genetic engineering or mutation induction, genetic diversity can be obtained. Gamma ray irradiation of ⁶⁰Co is one method of mutation induction. The aim of the study was to find out the dose of irradiation that had the best diversity value in *Allium ascalonicum* the Bauji variety gamma irradiation ⁶⁰Co, which consisted of doses of 3 Gy and 4 Gy with 7 replications each using a Randomized Block Design (RBD). Each treatment required 56 tubers and 1 planter bag contained 4 tubers. Control plants are symbolized by the code "B", plants with a dose of 3 Gy are symbolized by the code "MB 3", and dose of 4 Gy are symbolized by the code "MB 4". The results showed that the highest plant diversity based on the standard deviation value was in the MB 4 Gy treatment in terms of plant length, tuber number, tuber diameter, wet tuber stover weight, dry tuber weight and tuber weight. While the control produces the highest standard deviation values on the parameters of the number of leaves and the age of flowering. In conclusion, gamma ⁶⁰Co irradiation had a significant effect on the results of research on the fifth generation of the shallot variety Bauji on the parameters of number of leaves, age of flowering, number of tubers, tuber diameter, wet stover weight of tubers and tuber weight.

Keywords: Genetic Diversity, Shallot, Irradiation, Gamma Ray ⁶⁰Co.

ABSTRAK

Salah satu faktor yang penting dalam perakitan varietas unggul baru adalah keragaman genetik. Melalui rekombinasi gen, hibridisasi, rekayasa genetika, atau induksi mutasi maka keragaman genetik bisa didapatkan. Iradiasi sinar gamma ⁶⁰Co ialah salah satu metode dalam induksi mutasi. Tujuan penelitian adalah untuk mencari tahu dosis iradiasi yang memiliki nilai keragaman paling baik pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas Bauji. Penelitian memakai satu faktor perlakuan yakni dosis iradiasi sinar gamma ⁶⁰Co, yang terdiri dari dosis 3 Gy dan 4 Gy dengan masing-masing 7 ulangan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Tiap perlakuan membutuhkan 56 umbi dan dalam 1 planterbag berisi 4 umbi. Tanaman kontrol disimbolkan dengan kode "B", tanaman dengan perlakuan dosis 3 Gy disimbolkan dengan kode "MB 3", dan dosis 4 Gy disimbolkan dengan kode "MB 4". Hasil penelitian menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma ⁶⁰Co memiliki pengaruh nyata pada hasil penelitian tanaman bawang merah varietas Bauji generasi kelima pada parameter

*Korespondensi Penulis.

E-mail : nandawidyaaa96@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i2.447>

banyaknya daun, umur berbunga, banyaknya umbi, diameter umbi, berat brangkasan umbi basah dan berat umbi. Keragaman tanaman paling tinggi berdasar nilai standar deviasi terdapat di perlakuan MB 4 Gy pada parameter panjang tanaman, banyaknya umbi, diameter umbi, berat brangkasan umbi basah, berat brangkasan umbi kering serta berat umbi. Sedangkan kontrol menghasilkan nilai standar deviasi paling tinggi pada parameter jumlah daun dan umur berbunga.

Kata kunci: Keragaman Genetik, Bawang Merah, Iradiasi, Sinar gamma ^{60}Co .

1. Pendahuluan

Satu dari beberapa faktor penting dalam perakitan varietas unggul baru adalah keragaman genetik. Keragaman genetik bisa ditingkatkan dengan menggunakan plasma nutfah yang sudah ada di alam serta bisa juga dengan melakukan persilangan. Beberapa sifat tertentu seringkali tidak ditemui pada sumber gen yang tersedia sehingga perlu diterapkan teknologi lain. Keragaman genetik bisa dihasilkan melalui rekombinasi gen, hibridisasi, rekayasa genetika, maupun induksi mutasi (Hutami *et al.* 2016). Salah satu teknik yang banyak dikembangkan dalam usaha untuk meningkatkan keragaman genetik ialah teknik mutasi. Teknik ini merupakan salah satu usaha untuk memperoleh sifat-sifat baru, terutama di tanaman yang dikembangkan dengan cara vegetatif dengan keragaman genetik yang rendah. Sifat-sifat baru ini digunakan sebagai sarana perbaikan genetik. Untuk mendeteksi mutasi atau perubahan materi genetik sendiri bisa dilihat dengan memperhatikan perubahan tingkat struktur gen atau perubahan tingkat ekspresi. Perubahan itulah yang dilihat untuk melakukan perbandingan mutan dan tipe liarnya. Salah satu komoditas tanaman yang dapat dikembangkan secara vegetatif melalui pemuliaan mutasi yaitu bawang merah (Datta 2012; Damayanti 2021).

Bawang merah adalah satu dari banyak komoditas sayuran unggulan nasional yang sejak dulu dibudidayakan secara intensif oleh petani. Bawang digolongkan dalam kelompok rempah-rempah yang tidak tergantikan yang memiliki fungsi sebagai bumbu masakan sekaligus bahan obat tradisional. Selama ini budidaya bawang merah mengalami beberapa kendala yang dihadapi seperti kurangnya benih yang berkualitas, serangan hama serta penyakit, tidak efektifnya pemupukan serta kehilangan hasil karena penyimpanan umbi. Suprasanna (2013) berpendapat bahwa potensi tanaman lokal perlu dikembangkan melalui pemuliaan mutasi harus dilakukan untuk memperbaiki karakter varietas lokal yang berguna dalam upaya peningkatan jumlah produksi (Suprasanna & Nakagawa 2012; Togatorop *et al.* 2016).

Salah satu metode induksi mutasi ialah Iradiasi sinar gamma ^{60}Co . Yang disebut dengan iradiasi sendiri ialah proses saat suatu materi dikenai

paparan radiasi. Zat radioaktif merupakan sumber dari radiasi yang dapat memancarkan energi berdaya tinggi yang dalam hal ini ialah atom dari unsur kobalt. Inti atom dari kobalt inilah memancarkan energi berupa sinar gamma. Nilai lethal dose dapat mengukur radiosensitivitas tanaman yang juga dapat menentukan keberhasilan iradiasi dalam upaya peningkatan keragaman tanaman (Gusti *et al.* 2017; Tia *et al.* 2021).

Penelitian Afwan *et al.* (2020), varietas bawang merah Bauji dengan iradiasi sinar gamma ^{60}Co memperoleh nilai LD20 sebesar 43,527 Gray serta LD50 masing-masing sebesar 112,154 Gray (Muhammad Afwan, 2020). Penelitian Anpama *et al.* (2021) sebelumnya menunjukkan pada mutan (M4), nilai keragaman genetik yang tinggi pada parameter berat basah, diameter umbi, serta banyak umbi dapat dihasilkan dengan perlakuan iradiasi dosis 2 Gy serta 3 Gy. Pada perlakuan iradiasi dengan dosis 4 Gy keragaman genetik tertinggi terdapat pada parameter panjang tanaman, banyak daun, diameter umbi dan banyak anakan. Sedangkan pada perlakuan iradiasi dengan dosis 6 Gy keragaman genetik tertinggi didapatkan pada parameter berat kering dan jumlah umbi. Penelitian Keragaman Genetik Hasil Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co (Generasi 5) pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas bawang Bauji ini dilakukan pada dosis 3 Gy dan 4 Gy untuk mengetahui dosis yang mampu menghasilkan nilai keragaman genetik terbaik (Anpama *et al.* 2021).

2. Bahan dan Metode

2.1 Cara Kerja

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2022 sampai dengan Mei 2022 di Desa Ketindan, Malang, Jawa Timur. Peralatan yang dipergunakan antara lain: gunting, cetok, sekop, cangkul, gembor, mistar, ajir, timbangan analitik, kertas label, plastik klip, selotip, kamera digital, dan planterbag. Bahan yang dipergunakan yaitu umbi bawang merah varietas Bauji yang sudah diradiasi mutan (M5), media tanam campuran dari kompos, cocopeat dan tanah taman dengan pupuk kimia sejenis NPK (15:15:15) dan pupuk ZA. Penelitian dilaksanakan dengan 5 tahapan yaitu persiapan umbi bawang merah varietas bauji, persiapan media tanam,

penanaman umbi bawang merah varietas bauji, pemeliharaan dan panen dan pasca panen.

Sebelum penanaman, umbi yang sudah diradiasi mutan (M5) diseleksi untuk memilih umbi yang berkualitas baik. Seleksi dilakukan berdasar pada ukuran umbi yang seragam, tidak cacat, dan tidak memiliki keriput. Penanaman umbi bawang merah hasil radiasi generasi keempat dengan dosis 3 Gy dan 4 Gy yang masing-masing 56 umbi dengan melakukan persiapan media tanam selama satu minggu saat sebelum dilakukannya penanaman, pengolahan media tanam dilakukan dengan melakukan pencampuran dari tanah taman, cocopeat serta kompos yang kemudian diratakan dengan memakai cangkul. Rasio tanah taman dimasukkan ke dalam 42 planterbag. Penanaman memulai pelaksanaan dengan memotong bagian atas pada umbi bawang merah sebesar $\frac{1}{3}$. Penanaman dilaksanakan dengan membuat lubang pada tanah dengan kedalaman 4 cm, dimana satu lubang tanam diisi satu umbi bawang merah. Setiap planterbag diisi sebanyak empat umbi bawang merah, dengan jarak tiap umbinya 20 cm, serta jarak antara planterbag 20 x 20 cm. Penyiraman dilakukan setelah penanaman selesai dengan air secukupnya menggunakan gembor.

Proses pemeliharaan tanaman dilakukan dengan 4 cara, yaitu penyiraman, pemupukan, penyulaman dan penyiangan. (1) Melakukan penyiraman dengan memakai alat berupa gembor, setiap hari saat pagi serta sore hari, ataupun sesuai dengan kondisi tanah. Penyiraman tidak dilakukan apabila kondisi tanah yang masih lembab. (2) Pemupukan pada tanaman bawang merah dilakukan tiga tahap yakni waktu pemberian 7 hari sebelum tanam dengan NPK (15:15:15) 7,2 gram/planterbag, 15–20 HST dengan pupuk NPK (15:15:15) 5,6 gram/planterbag dan ZA 1,6 gram/planterbag, dan 30–35 HST dengan pupuk ZA 4,8 gram/planterbag dengan cara ditugal. Waktu pemupukan dilakukan ketika pagi atau sore hari supaya menghindari penguapan. Pemupukan dilakukan ketika media tanam telah dibasahi supaya pupuk mudah larut dan mudah diserap tanah. (3) Melakukan penyulaman jika tanaman memperlihatkan tidak terjadinya tanda-tanda pertumbuhan atau berlainan dari tanaman lainnya sehingga tanaman mati akan digantikan dengan benih (umbi) bawang merah. Penyulaman dilaksanakan pada 7 HST. (4) Melakukan penyiangan gulma sebagai upaya melakukan perawatan minimal sekali dalam seminggu yang disesuaikan dengan kondisi tanaman. Penyiangan bisa dilakukan dengan memakai sabit ataupun manual (*hand-weeding*).

2.2 Variabel yang diamati

Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi karakter pertumbuhan dan karakter hasil dimana terdiri dari panjang tanaman, jumlah daun, umur bunga, jumlah umbi, diameter umbi berat brangkasan umbi basah dan umbi kering sampai dengan berat umbi. Panjang tanaman dan jumlah daun bawang merah mengalami peningkatan tiap minggu pada tanaman kontrol, pada pengamatan 7 hari setelah tanam tidak berbeda nyata, sedangkan pada pengamatan 14 hari setelah tanam hingga 56 hari setelah tanam berbeda sangat nyata. Kemudian umur bunga yang paling cepat pada tanaman kontrol yaitu 40 HST, lalu MB 3 Gy dengan rata-rata 48 HST dan rata-rata umur berbunga terlama pada MB 4 Gy dengan rata-rata 49 HST.

2.3 Analisa Data

Data yang didapat kemudian dianalisis menggunakan analisis statistik ANOVA. Setelah melengkapi anova untuk rancangan acak kelompok (RAK) untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan, selanjutnya dilakukan perbandingan antara F tabel pada uji 5% dan 1% dengan F Hitung. Apabila hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa F hitung lebih besar daripada F tabel maka didapatkan pengaruh nyata dari perlakuan.

3. Hasil

Hasil analisis menggunakan uji BNT 5% mutan (M5) tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap panjang tanaman pada 7 HST, sedangkan pada 14 HST hingga 56 HST menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap panjang tanaman. Nilai rata-rata panjang tanaman mutan (M5) tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co terdapat pada tabel 1 panjang tanaman mutan (M5) bawang merah ditunjukkan mengalami kenaikan tiap minggu pada tanaman kontrol, MB 3 Gy dan MB 4 Gy. Hasil analisis panjang tanaman bawang merah mutan B (0 Gy), MB 3 Gy dan MB 4 Gy pada saat dilakukan pengamatan 7 hari sesudah tanam tidak berbeda nyata, sedangkan pada saat pengamatan 14 hari sesudah tanam hingga 56 hari setelah tanam berbeda sangat nyata.

Hasil analisis menggunakan uji BNT 5% mutan (M5) tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co menunjukkan sangat berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Jumlah daun yang dianalisis yaitu tanaman berumur dari 7 HST hingga 56 HST. Nilai rata-rata kontrol, mutan (M5) dosis MB 3 Gy dan MB 4 Gy tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co terdapat pada tabel 2 dibawah ini bahwasanya

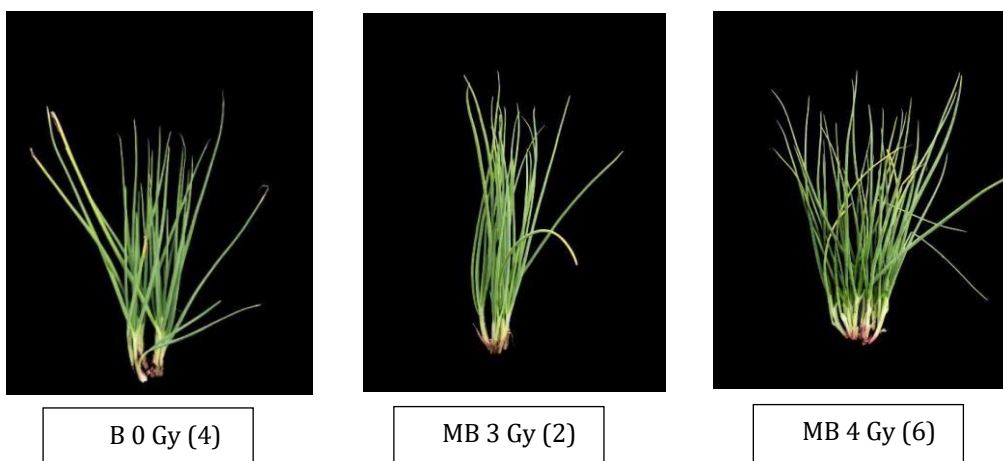
parameter jumlah daun mutan (M5) bawang merah mengalami peningkatan tiap minggu pada tanaman kontrol, MB 3 Gy dan MB 4 Gy. Hasil analisis jumlah daun bawang merah mutan B (0 Gy), MB 3 Gy dan MB 4 Gy pada saat dilakukan pengamatan 7 hari setelah tanam hingga 56 hari setelah tanam berbeda sangat nyata.

Gambar 1 dibawah ini menunjukkan bahwasanya didapati perbedaan terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co antara perlakuan B (0 Gy), MB 3 Gy, dan MB 4 Gy. Tanaman bawang merah yang telah diberi perlakuan iradiasi sinar gamma mengalami peningkatan panjang tanaman pada perlakuan MB 4 Gy.

Tabel 1. Rata-rata panjang tanaman mutan (M5) tanaman bawang merah varietas bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co umur 7-56 HST

Perlakuan Bawang Merah (M5)	Rata-rata Jumlah Daun							
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST	56 HST
B (0 Gy)	7,5	19,8b	24,9c	29,7c	34,8b	45,4b	50,4c	55b
MB 3 Gy	7	16,5b	22b	25,4b	31,6b	41,9b	45,5b	48,3a
MB 4 Gy	7,5	13,8a	19,3a	21,3a	26,2a	36,8a	41,8a	46,5a
BNT 5%	tn	**	**	**	**	**	**	**

Keterangan : tn *menunjukkan nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%, dan **menunjukkan sangat nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%



Gambar 1. Panjang Tanaman Bawang Merah Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co

Keterangan:

- (4) = gambar dari perlakuan B (0Gy) ulangan ke 4
- (2) = gambar dari perlakuan MB (3Gy) ulangan ke 2
- (6) = gambar dari perlakuan MB (4Gy) ulangan ke 6

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Daun Mutan (M5) Tanaman Bawang merah Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co Umur 7-56 HST.

Perlakuan Bawang Merah (M5)	Rata-rata Jumlah Daun							
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST	56 HST
B (0 Gy)	8,2a	10,3a	11,4a	16,5b	20,5a	24,7a	28,1a	32,4a
MB 3 Gy	11,4c	14,4b	14,8b	16,0b	23,9b	33,2b	38,4b	38,7b
MB 4 Gy	9,8b	11,6a	12,9a	12,2a	19,6a	23,8a	28,1a	36,8b
BNT 5%	**	**	**	**	**	**	**	**

Keterangan : *menunjukkan nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%, dan **menunjukkan sangat nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%

Hasil analisis menggunakan uji BNT 5% mutan (M5) tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co menunjukkan sangat berpengaruh nyata terhadap umur berbunga. Nilai rata-rata kontrol, mutan (M5) dosis MB 3 Gy dan MB 4 Gy tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co terdapat pada tabel 3 bahwasanya parameter umur berbunga mutan (M5) bawang merah varietas Bauji yang paling cepat pada tanaman kontrol yaitu 40 HST, lalu MB 3 Gy dengan rata-rata 48 HST dan rata-rata umur berbunga terlama pada MB 4 Gy dengan rata-rata 49 HST.

Gambar 2 dibawah ini menunjukkan bahwasanya terdapat perbedaan umur berbunga pada tiap perlakuan tanaman bawang merah varietas bawang Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co . Tanaman bawang merah kontrol

menunjukkan bahwa lebih cepat berbunga dibandingkan tanaman yang diberi perlakuan.

Tabel 3. Rata-rata Umur Berbunga Mutan (M5) Tanaman Bawang merah Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co .

Perlakuan Bawang Merah (M5)	Umur Berbunga
B (0 Gy)	40,4a
MB 3 Gy	48,8b
MB 4 Gy	49,8b
BNT 5%	**

Keterangan : *menunjukkan nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%, dan ** menunjukkan sangat nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%

Gambar 2. Umur Berbunga Tanaman Bawang Merah Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co pada tiap Perlakuan.

Keterangan:

(3) = gambar dari perlakuan B (0Gy) ulangan ke 3

(2) = gambar dari perlakuan MB (3Gy) ulangan ke 2

(5) = gambar dari perlakuan MB (4Gy) ulangan ke 5

Hasil analisis menggunakan uji BNT 5% mutan (M5) tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap parameter jumlah umbi. Jumlah umbi yang dianalisis yaitu tanaman 56 HST dihitung setelah melakukan pemanenan. Berdasarkan tabel 4 dibawah ini terlihat parameter banyaknya umbi tanaman bawang merah varietas bawang Bauji adanya pengaruh sangat nyata setelah diuji BNT 5%. Jumlah umbi tertinggi terdapat pada mutan (M5) MB 4 Gy dengan rata-rata 11,9 gram, sedangkan jumlah umbi terendah terdapat pada kontrol.

Tabel 4. Rata-rata Jumlah Umbi Mutan (M5) Tanaman Bawang Merah Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co .

Perlakuan Bawang Merah (M5)	Jumlah Umbi
B (0 Gy)	10,3a
MB 3 Gy	10,5a
MB 4 Gy	11,9b
BNT 5%	**

Keterangan : *menunjukkan nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%, dan ** menunjukkan sangat nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%

Hasil analisis menggunakan uji BNT 5% mutan (M5) tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co menunjukkan sangat berpengaruh nyata terhadap parameter diameter umbi. Jumlah umbi yang dihitung yaitu saat tanaman dilakukan panen berumur 56 HST. Berdasarkan tabel 5 dibawah ini terlihat parameter diameter umbi tanaman bawang merah varietas bawang Bauji adanya pengaruh sangat nyata setelah diuji BNT 5%. Diameter umbi tertinggi terdapat pada kontrol dengan rata-rata 10,1 gram, sedangkan diameter umbi terendah terdapat pada mutan (M5) MB 3 Gy dengan rata-rata 8,6 mm.

Tabel 5. Rata-rata Diameter Umbi Mutan (M5) Tanaman Bawang Merah Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co .

Perlakuan Bawang Merah (M5)	Diameter Umbi
B (0 Gy)	10,1a
MB 3 Gy	8,6a
MB 4 Gy	9,9a
BNT 5%	**

Keterangan : *menunjukkan nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%, dan ** menunjukkan sangat nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%

Hasil analisis menggunakan uji BNT 5% mutan (M5) tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co menunjukkan sangat berpengaruh nyata terhadap parameter berat brangkasan umbi basah, sedangkan parameter berat brangkasan umbi kering menunjukkan pengaruh tidak nyata. Berdasarkan tabel 6 dibawah ini menunjukkan parameter berat brangkasan umbi basah pada mutan (M5) tanaman bawang merah varietas bawang Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co tertinggi pada MB 3 Gy dengan rata-rata 85,2 gram. Sedangkan pada parameter berat brangkasan umbi kering mutan (M5) tanaman bawang merah varietas bawang Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co tertinggi di MB 3 Gy dengan rata-rata 46,6 gram.

Hasil analisis menggunakan uji BNT 5% mutan (M5) tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co menunjukkan sangat berpengaruh nyata terhadap parameter berat umbi. Berdasarkan tabel 7 dibawah ini terlihat rata-rata berat umbi pada mutan (M5) tanaman bawang merah hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co dengan rata-rata tertinggi pada perlakuan MB 3 Gy dengan hasil 30,8 gram.

Tabel 6. Rata-rata Berat Brangkasan Umbi basah dan Berat Brangkasan Umbi Kering Mutan (M5) Tanaman Bawang Merah Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co .

Perlakuan Bawang Merah (M5)	Berat Brangkasan Umbi Basah	Berat Brangkasan Umbi Kering
B (0 Gy)	56,8a	35,5a
MB 3 Gy	85,2b	46,6b
MB 4 Gy	69,6ab	44,3b
BNT 5%	**	tn

Keterangan : : tn *menunjukkan nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%, dan **menunjukkan sangat nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%

Tabel 7. Rata-rata Berat Umbi Mutan (M5) Tanaman Bawang Merah Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co .

Perlakuan Bawang Merah (M5)	Berat Umbi
B (0 Gy)	16,9a
MB 3 Gy	30,8b
MB 4 Gy	21,2ab
BNT 5%	**

Keterangan : *menunjukkan nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%, dan ** menunjukkan sangat nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%

Keragaman dalam pemuliaan mutasi penting untuk mengetahui sebagai bahan seleksi. Berikut ini adalah nilai standar deviasi, koefisien keragaman genotipe (KKG), koefisien keragaman fenotipe (KKF), dan nilai heritabilitas (H^2) pada tabel 8 terlihat bahwasanya Standar deviasi paling tinggi dari pada tiap parameternya dimiliki oleh mutan (M5) yang berlainan. Parameter panjang tanaman, banyaknya umbi, diameter umbi, berat brangkasan umbi basah, berat brangkasan umbi kering, serta berat umbi yaitu pada mutan (M5) MB 4 Gy, sedangkan pada parameter jumlah daun dan umur berbunga terdapat pada kontrol.

Tabel 8. Nilai Pendugaan Parameter Genetik Mutan (M5) Bawang Merah Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co .

Karakter	Perlakuan Bawang Merah (M5)	Rerata $\pm$ SD	KKG (%)	Ket.	KKF (%)	Ket.	H	Ket.
Panjang Tanaman	B (0 Gy)	2,94	41,6	T	55,11	T	0,57	T
	MB 3 Gy	5,06	71,65	T	80,25	T	0,8	T
	MB 4 Gy	5,24	74,09	T	82,44	T	0,81	T
Jumlah Daun	B (0 Gy)	4,2	70,04	T	83,17	T	0,71	T
	MB 3 Gy	0,5	8,37	S	45,62	T	0,03	R
	MB 4 Gy	1,65	27,51	T	52,61	T	0,27	S
Umur Berbunga	B (0 Gy)	5,3	77,95	T	89,89	T	0,75	T
	MB 3 Gy	2,44	35,78	T	57,33	T	0,39	S
	Mb 4 Gy	1,84	27,1	T	52,35	T	0,27	S
Jumlah Umbi	B (0 Gy)	0,52	15,65	T	26,73	T	0,34	S
	MB 3 Gy	0,88	26,67	T	34,36	T	0,6	T
	MB 4 Gy	1,54	46,74	T	51,52	T	0,82	T
Diameter Umbi	B (0 Gy)	1,2	38,8	T	57,01	T	0,46	S
	MB 3 Gy	1,42	46,14	T	62,24	T	0,55	T
	MB 4 Gy	2,13	69,04	T	80,69	T	0,73	T
Berat Brangkasan Umbi Basah	B (0 Gy)	5,72	68,12	T	170,95	T	0,16	R
	MB 3 Gy	8,01	95,35	T	183,51	T	0,27	S
	MB 4 Gy	18,06	215,03	T	266,13	T	0,65	T
Berat Brangkasan Umbi Kering	B (0 Gy)	8,83	136,03	T	218,97	T	0,39	S
	MB 3 Gy	11,89	183,14	T	250,96	T	0,53	T
	MB 4 Gy	15,71	242	T	296,66	T	0,67	T
Berat Umbi	B (0 Gy)	3,38	70,47	T	138,21	T	0,26	S
	MB 3 Gy	3,4	70,84	T	138,4	T	0,26	S
	MB 4 Gy	7,71	160,88	T	200,05	T	0,65	T

Keterangan : T = Tinggi, S = Sedang, dan R = Rendah

Standar deviasi merupakan besar perbedaan dari nilai setiap sampel terhadap rata-rata, yang berarti bahwa semakin rendah nilai standar deviasi maka keragaman akan semakin rendah, karena nilai dari sampel semakin mendekati rata-rata. Apabila nilai standar deviasi semakin tinggi maka semakin lebar rentang keragaman datanya. Nilai standar deviasi dapat digunakan mengetahui tingkat keragaman dalam suatu populasi. Analisis pendugaan nilai koefisien keragaman genetik (KKG) pada tanaman bawang merah varietas Bauji (M5) hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co dari beberapa parameter yang diamati pada parameter pertumbuhan dan parameter hasil yang berbeda-beda. Nilai koefisien keragaman genetik pada tabel memiliki nilai antara 8,37% hingga 242%. Nilai koefisien keragaman genetik terendah berasal dari MB 3 Gy parameter jumlah daun, sedangkan tertinggi berasal dari MB 4 Gy parameter berat brangkasan umbi kering. Analisis pendugaan nilai koefisien keragaman fenotipe (KKF) pada tanaman bawang merah varietas Bauji (M5) hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co menunjukkan nilai koefisien keragaman fenotipe dari beberapa parameter yang diamati, pada parameter pertumbuhan dan parameter hasil yang berbeda-beda. Nilai koefisien keragaman fenotipe pada tabel memiliki nilai antara 26,73% hingga 296,66%. Nilai koefisien keragaman fenotipe terendah berasal dari kontrol parameter jumlah umbi, sedangkan tertinggi berasal dari MB 4 Gy parameter berat brangkasan umbi kering. Analisis pendugaan nilai heritabilitas pada tanaman bawang merah (M5) varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co menunjukkan bahwa nilai duga heritabilitas pada semua parameter yang dianalisis memiliki kategori yang berbeda, yaitu adanya kategori rendah, sedang dan tinggi. Nilai heritabilitas tertinggi pada parameter panjang tanaman, jumlah umbi, diameter umbi, berat brangkasan umbi basah, berat brangkasan umbi kering dan berat umbi yaitu pada perlakuan MB 4 Gy, sedangkan parameter jumlah daun dan umur berbunga terdapat pada control (Herison 2008; Cahyo and Dinarti 2015; Dwi Lisdyayanti *et al.* 2019)

4. Pembahasan

4.1 Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co terhadap Karakter Pertumbuhan

Iradiasi sinar gamma ^{60}Co memiliki pengaruh kepada parameter pertumbuhan tanaman bawang merah varietas Bauji generasi kelima. Parameter pengamatan pertumbuhan panjang tanaman

terdapat perbedaan hasil dari tanaman bawang merah varietas Bauji kontrol berumur 7 hari setelah tanam dengan hasil tidak berbeda nyata, sedangkan 14 hari setelah tanam hingga 56 hari setelah tanam memperlihatkan hasil berbeda sangat nyata. Panjang tanaman pada MB 3 Gy dan MB 4 Gy berumur 7 hari setelah tanam hingga 56 hari setelah tanam memperlihatkan hasil berbeda sangat nyata. Rata-rata panjang tanaman paling tinggi ditemukan pada kontrol 55 cm serta panjang tanaman terendah ditemukan pada perlakuan MB 4 Gy sebesar 46,5 cm. Terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan sel-sel tanaman akibat energi iradiasi menyebabkan pertumbuhan tanaman dengan meningkatnya dosis radiasi yang menurun. Menurut Melina (2009) penghambatan pertumbuhan dengan meningkatnya dosis iradiasi disebabkan oleh terdapatnya kecacatan di dalam sel atau jaringan yang disebabkan oleh energi iradiasi yang tinggi. Radiasi sinar gamma dosis tinggi mampu melakukan gangguan sintesa protein, keseimbangan hormone, pertukaran gas pada daun, pertukaran air serta aktivitas enzim (Herison 2008; Cahyo and Dinarti 2015; Dwi Lisdyayanti *et al.* 2019).

Menurut Kurniajati *et al.* (2020) bahwa iradiasi sinar gamma pada berbagai dosis bisa berakibat pada peningkatan pada banyaknya daun, baik pada perlakuan umbi maupun biji. Iradiasi sinar gamma ^{60}Co memiliki pengaruh terhadap parameter jumlah daun perlakuan MB 3 Gy, MB 4 Gy maupun kontrol pada tanaman bawang merah varietas Bauji. Rata-rata jumlah banyaknya daun paling banyak ditemukan pada perlakuan MB 3 Gy yaitu 38,7 helai, dibandingkan dengan MB 4 Gy sebanyak 36,8 helai (Kurniajati *et al.* 2020). Pemberian dosis iradiasi yang semakin tinggi yang diberikan pada tanaman bawang merah, berpengaruh pada semakin tajamnya penyusutan panjang tanaman (Batubara *et al.* 2015).

Iradiasi sinar gamma memegang pengaruh yang sangat nyata pada waktu munculnya bunga. Menurut Saputra (2012), hal ini terjadi karena sel normal di tanaman bisa bertahan hidup, yang mengakibatkan sel-sel di tanaman tumbuh normal lagi serupa dengan tanaman yang tidak menerima perlakuan iradiasi sinar gamma. Namun tetapi, sel normal akan menghilang lalu berpengaruh pada tampilan tanaman yang akan mengikuti sifat yang terbawa oleh sel mutan apabila sel mutan dapat bertahan (Saputra 2012). Hasil dari rata-rata penelitian parameter umur berbunga tanaman bawang merah varietas Bauji generasi kelima terendah pada tanaman kontrol yaitu 40,4 hari,

sedangkan tertinggi pada perlakuan MB 3 Gy yaitu 49,8 hari.

4.2 Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co terhadap Karakter Hasil

Hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co pada tanaman bawang merah varietas Bauji melakukan pemanenan pada umur 56 hari setelah tanam. Tanaman dirasa sudah siap panen ditandai dengan adanya perubahan warna daun yang mulai menguning, munculnya umbi di permukaan serta daun yang mulai rebah. Dalam Balitbang Hortikultura (2015), dikatakan ciri-ciri bahwa tanaman bawang merah yang siap dipanen adalah batang tanaman telah rebah 60-90%, warna daun yang menguning, serta umbi tersembul di permukaan tanah. Iradiasi sinar gamma ^{60}Co memiliki pengaruh pada suatu komponen hasil tanaman bawang merah varietas bawang Bauji. Pada hasil penelitian, terlihat bahwasanya perlakuan iradiasi sinar gamma ^{60}Co pada mutan dalam beberapa parameter ditemukan perbedaan yang nyata (Balitbang Hortikultura 2015).

Perlakuan iradiasi sinar gamma ^{60}Co dapat mempengaruhi hasil penelitian tanaman bawang merah varietas Bauji generasi kelima pada parameter banyaknya umbi, diameter umbi, berat brangksan umbi basah, berat brangksan umbi kering, serta berat umbi pada tiap mutan. Hasil rata-rata penelitian bawang merah varietas bawang Bauji iradiasi sinar gamma ^{60}Co generasi kelima parameter jumlah umbi tertinggi pada perlakuan MB 4 Gy yaitu 11,9. Menurut Kurniajati *et al* (2020) bahwa iradiasi pada umbi mampu memberikan peningkatan banyaknya daun dan panjang daun, namun umur panen menjadi panjang dibanding tanpa perlakuan (kontrol) (Kurniajati *et al* 2020).

Hasil rata-rata penelitian bawang merah varietas Bauji iradiasi sinar gamma ^{60}Co generasi kelima parameter diameter umbi tertinggi pada kontrol yaitu 10,1 mm. Parameter berat brangksan umbi basah tertinggi yaitu pada perlakuan MB 3 Gy dengan hasil 85,2 gram. Parameter berat brangksan umbi kering tertinggi yaitu pada perlakuan MB 3 Gy dengan hasil 46,5 gram. Sedangkan parameter berat umbi tertinggi pada perlakuan MB 3 Gy dengan hasil 30,8 gram. Penurunan parameter berat brangksan umbi basah, berat brangksan umbi kering dan berat umbi diduga karena iradiasi sinar gamma dalam dosis yang digunakan mengakibatkan efek negatif berwujud gangguan fisiologis pada fase pembentukan umbi, yang mengakibatkan penurunan berat umbi bawang merah dari perlakuan iradiasi sinar gamma MB 4 Gy.

Pengaruh acak dapat diberikan oleh iradiasi yang bisa berwujud memunculkan sifat yang baik sesuai dengan karakter yang diharapkan serta sifat yang negatif, akibat muncul karakter yang tidak diinginkan (Kadir *et al* 2007). Perlakuan iradiasi sinar gamma merupakan energi yang diserap secara langsung serta tidak langsung yang mampu menimbulkan banyaknya keanekaragaman tanaman yang selanjutnya dapat sebagai sumber tetua tanaman. Menurut Asadi (2013), bahwa kelemahan pada pemuliaan mutasi ini adalah bersifat random atau acak (Asadi 2013).

4.3 Keragaman Genetik Mutan (M5) Bawang Merah Varietas Bauji Hasil Iradiasi Sinar Gamma ^{60}Co

Pendugaan indikator genetik merupakan suatu hal yang penting diketahui sebagai acuan dalam pemilihan galur mutan yang sesuai dengan tujuan pemulia. Masing-masing tanaman mutan akan membawa daya waris yang berbeda. Tanaman mutan yang memiliki daya waris tinggilah yang diinginkan oleh seorang pemulia sebagai bahan seleksi galur mutan. Pendugaan parameter keragaman genetik ini memakai nilai standar deviasi, koefisien keragaman genotipe (KKG), koefisien keragaman fenotipe (KKF) serta nilai heritabilitas (H^2) yang sudah disajikan dalam tabel diatas.

Standar deviasi adalah nilai sebaran data pada setiap parameter pengamatan untuk mengukur kedekatan titik data individu ke rata-rata sampel. Standar deviasi dalam ilmu statistika sering disebut dengan istilah simpangan baku. Tingginya nilai standar deviasi mengindikasikan adanya tingginya keragaman pada karakter yang diamati. Apabila standar deviasi rendah maka keragamannya juga rendah. Menurut Andini *et al* (2021), tanda bahwa semua nilai pada data input tersebut adalah sama adalah apabila nilai standar deviasinya sama dengan nol. Sedangkan lebih tingginya nilai standar deviasi menunjukkan bahwasanya titik data individu tersebut lebih jauh dari rata-rata sehingga data lebih seragam (Novridha Andini *et al* 2021).

Semua nilai dalam himpunan yang kumpulan datanya nol pada standar deviasi merupakan tanda bahwa nilai pada himpunan tersebut ialah sama dan titik data individu jauh dari nilai rata-rata atau disebut beragam apabila nilai deviasi yang lebih besar. Secara umum, hasil perhitungan nilai standar deviasi penelitian bawang merah varietas bawang Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co generasi kelima dalam masing-masing parameter pengamatan memiliki nilai paling tinggi pada perlakuan MB 4 Gy disusul dengan tanaman kontrol.

Perlakuan MB 4 Gy menghasilkan nilai standar deviasi paling tinggi untuk parameter panjang tanaman, banyaknya umbi, diameter umbi, berat brangkasan umbi basah, berat brangkasan umbi kering, dan berat umbi. Sedangkan kontrol menghasilkan nilai standar deviasi tertinggi pada parameter banyaknya daun dan umur berbunga. Nilai standar deviasi yang semakin tinggi mengakibatkan semakin tinggi pula keragaman.

Keragaman tanaman menjadi hal yang sangat penting dalam pemuliaan tanaman. Menurut Trustinah dan Iswanto (2013), keragaman suatu tanaman yang semakin tinggi, akan menciptakan kesempatan untuk didapatkannya genotipe tanaman yang makin baik lewat seleksi semakin besar (Trustinah dan Iswanto 2013). Menurut Arwin (2015), terjadinya keragaman dapat memungkinkan dilakukannya seleksi dan pemilihan genotipe yang diinginkan, sesuai dengan tujuan pemuliaan. Seringnya terjadi dalam pemuliaan tanaman dengan teknik mutasi, dimana dalam tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co generasi kelima sudah termasuk homogen, tetapi diperlukan pemurnian pada generasi lebih lanjut (Arwin 2015).

Dikategorikan keberagaman sempit jika nilai koefisien keragaman rendah hingga agak rendah. Sebaliknya, katakan keberagaman luas jika nilai keragaman cukup tinggi hingga tinggi. Hasil perhitungan koefisien keragaman genotipe pada penelitian tanaman bawang merah varietas Bauji generasi kelimayang terendah pada perlakuan MB 3 Gy parameter jumlah daun yaitu 8,37%, sedangkan hasil tertinggi pada perlakuan MB 4 Gy parameter berat brangkasan umbi kering yaitu 242%. Karakter yang diamati dalam penelitian ini memiliki kategori keragaman yang sempit serta tampilan yang seragam, karena memiliki nilai koefisien keragaman genotipe yang rendah. Hal itu dikarenakan genotipe yang digunakan merupakan genotipe berasal dari genotipe yang serupa dari sebelumnya, sedangkan nilai keragaman yang tinggi dapat dikatakan bahwa keragamannya luas.

Menurut Jalat *et al* (2011), bahwa nilai koefisien keragaman genotipe yang rendah memperlihatkan bahwasanya pengaruh lingkungan lebih mendominasi pada keragaman karakter yang diamati. Nilai koefisien keragaman genotipe sedang memperlihatkan bahwasanya pengaruh faktor genetik serta lingkungan saling memiliki proporsi yang sama dalam mempengaruhi karakter tersebut (Addisu and Shumet 2015). Sementara itu menurut Trustinah dan Iswanto (2012), menyatakan nilai koefisien keragaman

genotipe serta koefisien keragaman fenotipe yang hampir sama atau berdekatan mengindikasikan bahwasanya keragaman pada karakter tersebut lebih didominasi oleh faktor genetik (Trustinah dan Iswanto 2013). Menurut Handayani dan Hidayat (2016), menjelaskan bahwa nilai koefisien keragaman fenotipe yang lebih tinggi dari koefisien keragaman genotipe mengindikasikan bahwa keragaman karakter secara visual (fenotipe) yang ditampilkan lebih mendominasi oleh faktor lingkungan (Handayani and Hidayat 2016). Maka dari itu, seleksi bisa dilakukan berdasar pada penampilan fenotipe karakter-karakter tanaman tersebut. Efektivitas seleksi ini terpengaruhi pada ketersediaan keanekaragaman dari populasi yang hendak diseleksi. Apabila derajat keragaman dalam suatu populasi makin besar, maka efektivitas seleksi untuk pemilihan suatu karakter yang sama dengan kemauan semakin besar juga keberhasilan mendapatkan karakter yang diinginkan (Paramita Sari *et al.* 2014). Namun seleksi ini beresiko menimbulkan penyimpangan karena dipengaruhi oleh tingginya faktor lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis pendugaan parameter genetik lebih lanjut dengan menggunakan nilai heritabilitas.

Heritabilitas adalah suatu ukuran yang digunakan untuk menampakkan proporsi faktor genetik pada faktor lingkungan yang diperlihatkan suatu karakter. Heritabilitas ialah merupakan tolak ukur genetik yang dipergunakan guna dilakukannya penggambaran kemampuan suatu genotipe dalam populasi untuk meurunkan karakter-karakter yang telah dimiliki pada keturunannya. Dengan menggunakan perhitungan heritabilitas, dapat diketahui faktor genetik yang menyebabkan keragaman suatu karakter (Sa'diyah *et al.* 2013). Menurut Syukur *et al* (2010), bahwasanya nilai heritabilitas ialah suatu komponen genetik yang memperlihatkan sebesar apa suatu sifat diturunkan pada turunannya. Hasil nilai duga heritabilitas dalam penelitian hasil iradisi sinar gamma ^{60}Co generasi kelima pada tanaman bawang merah varietas Bauji yang paling tinggi pada parameter panjang tanaman, banyaknya umbi, diameter umbi, berat brangkasan umbi basah, berat brangkasan umbi kering dan berat umbi yaitu pada perlakuan MB 4 Gy, sedangkan pada parameter banyaknya daun dan umur berbunga terdapat pada kontrol. Tingginya nilai heritabilitas memperlihatkan bahwasanya lebih tingginya efek faktor genetik dibanding dengan faktor lingkungan. Nilai heritabilitas tersebut bisa digunakan untuk kriteria seleksi yang dapat diwariskan ke generasi selanjutnya (Syukur *et al.* 2010). Pendapat tersebut

sejalan dengan Ansari dan Khund (2013) yang menyatakan bahwasanya karakter yang mendapatkan nilai heritabilitas tinggi bisa digunakan sebagai kriteria untuk seleksi oleh generasi selanjutnya (Ansari, 2013).

Keragaman genetik serta heritabilitas sangat memiliki manfaat pada saat proses seleksi. Nilai heritabilitas dapat dijadikan dalam proses seleksi, seleksi bakal efektif apabila suatu populasi mempunyai keragaman genetik yang luas dan nilai heritabilitas yang tinggi. Karakter yang mempunyai nilai heritabilitas yang rendah sampai sedang, sebaiknya dilakukan seleksi oleh generasi selanjutnya agar supaya gen-gen aditifnya sudah terfiksasi. Perlu mengetahui nilai duga heritabilitas suatu karakter guna memperkirakan kemajuan dari sebuah seleksi, apakah faktor tersebut mayoritas terpengaruhi dengan faktor genetik atau faktor lingkungan (Ansari 2013).

5. Kesimpulan

Varietas bawang Bauji hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co (generasi 5) menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma ^{60}Co memiliki pengaruh nyata pada hasil penelitian tanaman bawang merah varietas Bauji generasi kelima pada parameter banyaknya daun, umur berbunga, banyaknya umbi, diameter umbi, berat brangkasan umbi basah dan berat umbi. Keragaman tanaman paling tinggi berdasar nilai standar deviasi terdapat di perlakuan MB 4 Gy pada parameter panjang tanaman, banyaknya umbi, diameter umbi, berat brangkasan umbi basah, berat brangkasan umbi kering serta berat umbi. Sedangkan kontrol menghasilkan nilai standar deviasi paling tinggi pada parameter jumlah daun dan umur berbunga.

6. Pernyataan Konflik Kepentingan (*Declaration of Conflicting Interests*)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

7. Daftar Pustaka

- Addisu F, Shumet T. 2015. Variability, Heritability and Genetic Advance for Some Yield and Yield Related Traits in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Landraces in Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 9(2):68-76. doi:10.3923/IJPBG.2015.68.76. [accessed 2022 Dec 17]. <https://scialert.net/abstract/?doi=ijpb.2015.68.76>.
- Anpama IS, IR, Moeljani, J. Santoso. 2021. Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Terhadap Keragaman Genetik Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*L.) M4 Varietas Bauji Untuk Perbaikan Varietas. *Agrienvi*. 15(1):59-65.
- Ansari KA, and KA. 2013. Extent of Heterosis and Heritability in Some Quantitative Characters of Bread Wheat. *India Journal Plant Science* . 3:189-192.
- Arwin. 2015. Pengaruh Sinar Gamma Terhadap Keragaman Populasi M3 Galur- galur Mutan Kedelai Umur Genjah. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Aneka Kacang dan Umbi Tahun.*:26-32.
- Asadi A. 2013. Pemuliaan Mutasi Untuk Perbaikan Terhadap Umur Dan Produktivitas Pada Kedelai. *Jurnal AgroBiogen*. 9(3):135-142. doi:10.21082/JBIO.V9N3.2013.P135-142. [accessed 2022 Dec 17]. <https://www.neliti.com/id/publications/76974/>.
- Balitbang Hortikultura. 2015. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Jakarta. [accessed 2022 Dec 17]. <http://hortikultura.litbang.pertanian.go.id/web/>.
- Batubara AU (Afifa), Mariati M (Mariati), Sitepu FE (Ferry). 2015. Karakter Pertumbuhan Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Varietas Lokal Samosir Pada Beberapa Dosis Iradiasi Sinar Gamma. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*. 3(1):103639. doi:10.32734/JAET.V3I1.10070. [accessed 2022 Dec 17]. <https://www.neliti.com/id/publications/103639/>.

- Cahyo FA, Dinarti DD. 2015. Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Pertumbuhan Protocorm Like Bodies Anggrek *Dendrobium lasianthera* (JJ. Smith) secara In Vitro. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 6(3):177-186. doi:10.29244/JHI.6.3.177-186. [accessed 2022 Dec 17]. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jhi/article/view/12686>.
- Damayanti F. 2021. Potensi Pemuliaan Mutasi Radiasi sebagai upaya Peningkatan Variasi Genetik pada Tanaman Hias. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*. 1(2):78-84. doi:10.30998/EDUBIOLOGIA.V1I2.9300. [accessed 2022 Dec 17]. <https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/edubiologia/article/view/9300>.
- Datta SK. 2012. Success story of induced mutagenesis for development of new ornamental varieties. *Biodiversity and Bioavailability*. 6(1):15-26. [accessed 2022 Dec 17]. [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOonline/images/2012/BBB_6\(SI1\)/BBB_6\(SI1\)15-26o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOonline/images/2012/BBB_6(SI1)/BBB_6(SI1)15-26o.pdf).
- Dwi Lisdyayanti NDL, Anwar S, Darmawati A. 2019. Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Terhadap Induksi Kalus dan Seleksi Tingkat Toleransi Padi (*Oryza sativa* L.) terhadap Cekaman Salinitas secara In-Vitro. G. Balint, Antala B, Carty C, Mabieme J-MA, Amar IB, Kaplanova A, editors. *Berkala Bioteknologi*. 0(0):343-354. doi:10.2/JQUERY.MIN.JS. [accessed 2022 Dec 17]. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/bb/article/view/6716>.
- Gusti I, Ngurah A, Putra AK, Sutapa GN, Gde I, Kasmawan A, Fisika J, Matematika F, Ilmu D, Alam P. 2017. Pemanfaatan Radiasi Gamma Co-60 Dalam Pemuliaan Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* L.) Dengan Metode Mutagen Fisik. *Buletin Fisika*. 18(1):12-19. [accessed 2022 Dec 17]. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/buletin fisika/article/view/31548>.
- Handayani T, Hidayat IM. 2016. Keragaman Genetik dan Heritabilitas Beberapa Karakter Utama pada Kedelai Sayur dan Implikasinya untuk Seleksi Perbaikan Produksi. *Jurnal Hortikultura*. 22(4):327-333. doi:10.21082/jhort.v22n4.2012.p327-333. [accessed 2022 Dec 17]. <https://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jhort/article/view/682>.
- Herison C, RSHS, SIA. 2008. Induksi Mutasi melalui Sinar Gamma Terhadap Benih untuk Meningkatkan Keragaman Populasi Dasar Jagung (*Zea mays* L.). *Akta Agrosia*. 11(1):57-62.
- Hutami S, Mariska I, Yati Supriati. 2016. Peningkatan Keragaman Genetik Tanaman melalui Keragaman Somaklonal. *Jurnal AgroBiogen*. 2(2):81-88. doi:10.21082/jbio.v2n2.2006.p81-88. [accessed 2022 Dec 17]. <https://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/ja/article/view/3704>.
- Kadir A, Sutjahjo SH, Wattimena GA, Mariska I. 2007. Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Pada Pertumbuhan Kalus Dan Keragaman Planlet Tanaman Nilam. *Jurnal AgroBiogen*. 3(1):24-31. doi:10.21082/JBIO.V3N1.2007.P24-31. [accessed 2022 Dec 17]. <https://www.neliti.com/id/publications/75834/>.
- Kurniajati WS, Sobir S, Aisyah SI. 2020. Penentuan Dosis Iradiasi Sinar Gamma dalam Meningkatkan Keragaman untuk Perbaikan Karakter Kuantitatif Bawang Merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*). *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 16(2):83-89. doi:10.17146/JAIR.2020.16.2.5962. [accessed 2022 Dec 17]. <https://jurnal.batan.go.id/index.php/jair/article/view/5962>.
- Muhammad Afwan. 2020. Induksi Mutasi Fisik Iradiasi Sinar Gamma 60Co Pada Umbi Bawang Merah (*Allium Cepa* Var *Ascalonikum*. Linn) Varietas Bauji [Skripsi]. [Surabaya]: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. [accessed 2022 Dec 17]. <http://repository.upnjatim.ac.id/860/1/Cover.pdf>.
- Novridha Andini S, Kartahadimaja J, Miranda Ferwita Sari. 2021. Seleksi Mutan Generasi Dua (M2) Kedelai Hitam Terhadap Produksi Tinggi. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 21(1):32-39. doi:10.25181/JPPT.V21I1.1950. [accessed 2022 Dec 17]. <https://jurnal.polinela.ac.id/jppt/article/view/1950>.
- Paramita Sari W, Respatijarti, Damanhuri. 2014. Keragaman Dan Heritabilitas 10 Genotip Pada Cabai Besar (*Capsicum Annuum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(4):127833. doi:10.21176/PROTAN.V2I4.110. [accessed 2022 Dec 17]. <https://www.neliti.com/id/publications/127833/>.

- Sa'diyah N, Widiastuti M, Ardian. 2013. Keragaan, Keragaman, Dan Heritabilitas Karakter Agronomi Kacang Panjang (*Vigna Unguiculata*) Generasi F1 Hasil Persilangan Tiga Genotipe. *Jurnal Agrotek Tropika*. 1(1):32–37. doi:10.23960/JAT.V1I1.1885. [accessed 2022 Dec 17]. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JA/article/view/1885>.
- Saputra MHC. 2012. Pengaruh Mutasi Fisik Melalui Iradiasi Sinar Gamma Terhadap Keragaan Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) [Skripsi]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor (IPB). [accessed 2022 Dec 17]. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/58854>.
- Suprasanna P, Nakagawa H. 2012 Oct 24. Mutation breeding of vegetatively propagated crops. *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*.:347–358. doi:10.1079/9781780640853.0347.
- Syukur M, Sujiprihati S, Yunianti R, Nida K. 2010. Pendugaan Komponen Ragam, Heritabilitas dan Korelasi untuk Menentukan Kriteria Seleksi Cabai (*Capsicum annum* L.) Populasi F5. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 1(2):74–80. doi:10.29244/JHI.1.2.74-80. [accessed 2022 Dec 17]. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jhi/article/view/11353>.
- Tia ASN, Moeljani IR, Guniarti G. 2021. Induksi Mutasi Radiasi Sinar Gamma 60co Terhadap Pertumbuhan Fisiologis Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L) Varietas Prentul Kediri. *Agrienvi: Jurnal Ilmu Pertanian*. 15(2):52–58. [accessed 2022 Dec 17]. <https://e-journal.upr.ac.id/index.php/aev/article/view/3901>.
- Togatorop ER, Iis Aisyah S, Rizal M Damanik dan M. 2016. Pengaruh Mutasi Fisik Iradiasi Sinar Gamma terhadap Keragaman Genetik dan Penampilan *Coleus blumei*. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 7(3):187–194. doi:10.29244/JHI.7.3.187-194. [accessed 2022 Dec 17]. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jhi/article/view/16546>.
- Trustinah dan Iswanto R. 2013. Keragaman Bahan Genetik Galur Kacang Hijau. *Prosiding Inovasi Teknologi dan Kajian Ekonomi Komoditas Aneka Kacang dan Umbi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.:465–472.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Dampak Dosis Urea terhadap Sifat-sifat Tanah, Populasi Mikroba, dan Produksi Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) pada Tanah Latosol*****The Effect of Urea on Soil Characteristics, Number of Functional Microbes, and Yield of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) In Latosol*****Taufiq Bachtiar¹, Bayu Adirianto², Muftia Hanani³, Nur Robifahmi³, Anggi Nico Flatian¹, dan Ania Citraresmini¹**¹ Pusat Riset Teknologi Lingkungan dan Teknologi Bersih, BRIN, Jl. Sangkuriang, Dago, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat 40135² Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor, Jl. Aria Surialaga No.1, Bogor Barat, Kota Bogor Jawa Barat³ Pusat Riset Teknologi Proses Radiasi, BRIN, Jl. Lebak Bulus Raya No.49, Jakarta Selatan, Indonesia

Received: March 8, 2023 / Received in revised : September 7, 2023 / Accepted: October 6, 2023

ABSTRACT

Urea Fertilizer doses are a significant factor in sorghum production. This research was conducted to study soil characteristics and sorghum production through the applications of urea fertilizer doses in Latosol soil. This research was held from May to September 2019 in the KST GA Siwabesey experiment field at Pasar Jumat, South Jakarta. This study was arranged in a randomized block design (CRD) with 4 treatments in the form of fertilizer N doses of 0 kg ha⁻¹, 50 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, and 200 kg ha⁻¹. The results showed that applying N fertilization did not affect soil pH, soil P available, soil organic C, soil N total, C/N ratio, CO₂ content, and soil nitrate content. N fertilization significantly affected the number of functional microbes, Azotobacter and Phosphate Solubilizing Microbes (MPF). In addition, N uptake of sorghum and dry weight of sorghum seeds increased significantly by 5.54 times and 2.29 times, respectively, from control when urea fertilizer was applied to 200 kg urea ha⁻¹.

Keywords: pH; P available; soil organic carbon; CO₂; C/N ratio**ABSTRAK**

Pemberian dosis urea menjadi faktor penting dalam budidaya sorgum. Penelitian ini bertujuan untuk menggali pengaruh dosis pupuk urea (N) pada tanah Latosol asal Pasar Jumat terhadap sifat tanah dan produksi Sorghum bicolor var. Samurai 2. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan sebanyak 4 macam meliputi dosisi pupuk N sebanyak 0 kg ha⁻¹, 50 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, 200 kg ha⁻¹. Hasil penelitian membuktikan bahwa aplikasi pupuk N tidak berpengaruh terhadap N total tanah, P tersedia tanah, C-organik tanah, C/N ratio, pH tanah, kandungan nitrat tanah, dan kadar CO₂. Namun, pemupukan N berpengaruh nyata terhadap serapan N tanaman, berat kering biji sorgum masing-masing sebanyak 5,54 kali dan 2,29 kali dari control ketika dosis urea ditambahkan sebanyak 200 kg urea ha⁻¹. Selain itu, pupuk N berpengaruh nyata terhadap jumlah mikroba fungsional Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan Azotobacter.

Kata kunci: C/N ratio; CO₂; karbon organik tanah; pH; P tersedia

1. Pendahuluan

Permasalahan utama dalam pemanfaatan lahan sub optimal adalah rendahnya unsur hara, keterbatasan air, dan tidak efisiennya penggunaan pupuk. Contoh tanaman pangan yang potensial untuk dikembangkan pada lahan sub optimal adalah sorgum. Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) adalah tanaman pangan penting setelah gandum, jagung padi, dan barley yang paling banyak ditanam di daerah dataran rendah karena toleransinya terhadap kekeringan (Assefa *et al.* 2020). Sorgum tersusun dari pati, yang memiliki kandungan protein dengan daya cerna lebih lambat daripada sereal lainnya (terutama kafirin), lipid tak jenuh, dan merupakan sumber beberapa mineral (fosfor, kalium, dan seng). Selain itu mengandung beberapa vitamin B-kompleks (tiamin, riboflavin, dan piridoksin) dan vitamin yang mudah larut dalam lemak (K, E dan D) (de Moraes Cardoso *et al.* 2017). Sorgum dapat adaptif pada lahan kering dan marginal yang banyak tersebar di Indonesia, sehingga cocok untuk terus dikembangkan (Wahyono *et al.* 2019; Andayani 2021). Pemanfaatan luasan pada lahan sub optimal diharapkan akan meningkatkan produksi dan popularitas sorghum sebagai bahan pangan di Indonesia. Tanaman ini tahan terhadap genangan air, kekeringan, lahan marginal, dan hama penyakit (Wagaw 2019).

Pemupukan N adalah bagian dari faktor penting dalam upaya meningkatkan produksi hasil tanaman sorghum. Unsur hara N diperlukan sorghum, dimana unsur hara ini berperan dalam pembentukan organ vegetatif seperti daun (Lestari *et al.* 2021). Pemupukan N secara efektif akan meningkatkan aktivitas sel meristematik pada ujung tanaman sehingga proses fotosintesa meningkat (Irawan *et al.* 2020). Pemupukan N dan P perlu dilakukan karena dapat meningkatkan produksi sorghum di tanah Latosol dengan tingkat kesuburan sedang (Suminar *et al.* 2018). Menurut Patti *et al.* (2018), unsur nitrogen tanah mudah bergerak disebabkan oleh penguapan, pencucian, dan digunakan oleh tanaman. Pemberian pupuk urea mutlak diperlukan untuk meningkatkan produksi tanaman sorghum, namun di sisi lain apabila berlebihan diduga akan berpengaruh negatif terhadap populasi mikroba-mikroba fungsional tanah dan juga meningkatkan biaya produksi. Kekurangan N di dalam tanah juga akan meningkatkan imobilisasi N yang berasal dari urea sehingga tanaman akan sulit mendapatkan N dari pupuk (Patti *et al.* 2018).

Pemupukan kimia menurunkan kualitas tanah termasuk mengurangi jumlah mikroba fungsional tanah seperti mikroba pelarut P, mikroba pelarut K,

penambat N₂, dan penghasil hormon (Rana *et al.* 2018; Setiawati *et al.* 2019). Menurut Kumar Kurrey *et al.* (2018) *Azotobacter* adalah mikroba yang mengikat nitrogen bebas dan non simbiotik sering dijumpai di daerah rhizosfer pertanian. Namun keberadaan mikroba-mikroba ini sangat ditentukan oleh lingkungan, sumber karbon dan energi, air, suhu, keasaman, ketersediaan oksigen sesuai dengan agroklimat kondisi lahan kering di daerah tropis dan aktivitas mikroba lainnya (Hindersah *et al.* 2020). Mikroba-mikroba ini sangat penting pada tanah pertanian karena merupakan salah satu indikator kesehatan tanah. Pemupukan terbukti mempengaruhi rhizosfer sehingga mempengaruhi keberadaan dan distribusi mikroorganisme di dalam tanah. Mikroba fungsional yang berpengaruh langsung terhadap tanaman merupakan penambat N di udara, mikroba pelarut fosfat, dan produsen hormon pertumbuhan. Perubahan jumlah mikroba fungsional ini di dalam tanah memungkinkan terjadi dikarenakan adanya perubahan penggunaan lahan dan penambahan pupuk kimia seperti pada lahan pertanian (Guo *et al.* 2020).

Dosis urea untuk tanaman sorgum untuk menghasilkan berat kering tertinggi adalah 300 kg ha⁻¹ (Lestari *et al.* 2021). Dosis ini dapat berbeda, tergantung dari sifat, karakter tanah, dan varietas tanaman. Suminar *et al.* (2018) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa dosis optimum untuk sorgum 161 kg N ha⁻¹ atau 350 kg urea ha⁻¹. Berdasarkan penjelasan tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh berbagai dosis pupuk N pada karaktersitik tanah Latosol asal Pasar Jumat dan hasil tanaman sorgum. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai pustaka untuk penambahan produktivitas lahan untuk tanaman sorghum. Studi ini juga dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan lahan dengan karakteristik sub optimal dalam peningkatan hasil produksi tanaman sorghum. Penelitian lapangan dilakukan untuk melihat efisiensi pemupukan N yang dikaitkan dengan aktivitas mikroorganisme dalam tanah dan beberapa karakteristik tanah.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada Mei hingga September 2019 di kebun penelitian KST GA Siwabessy BRIN dengan jenis tanah Latosol dari Pasar Jumat. Tanaman uji yang digunakan yaitu sorgum varietas Samurai 2 hasil pemuliaan mutasi radiasi. Alat yang digunakan meliputi alat saprodi pertanian, neraca analitik, automatic destillation, automatic titration, spektrofotometer. Bahan kimia yang dipakai antara lain untuk analisis pH tanah, Nitrat, N dengan metode *Kjedhal*, P dengan metode Olsen, C-organik dengan metode Walkey and Black

(Eviaty and Sulaeman 2021). Rancangan Acak Kelompok merupakan rancangan yang digunakan dengan 4 macam perlakuan yang diulang 3 kali. Perlakuan yang diberikan meliputi A=0 kg urea ha⁻¹; B=50 kg urea ha⁻¹; C=100 kg urea ha⁻¹; dan D=200 kg urea ha⁻¹. Sorgum ditumbuhkan di petak percobaan dengan luas petak tiap satuan percobaan adalah 4 m x 4 m. Penanaman sorgum dilakukan dengan jarak antar tanaman adalah 75 x 20 cm. Pupuk KCl dosis 100 kg ha⁻¹ dan SP-36 sebanyak 200 kg ha⁻¹ diberikan pada saat tanam. Pupuk N (urea) diberikan sesuai perlakuan dengan dua tahap, tahap pertama sebanyak 30% dilakukan saat 14 hari setelah tanam (HST) dan tahap dua sebanyak 70% pada saat 60 HST. Penyiraman dilakukan setiap hari, sedangkan untuk penyiangan dilakukan setiap 2 minggu sekali sampai pemanenan. Pemanenan sorgum dilakukan pada 105 HST dengan ciri semua tanaman sorgum sudah mulai menguning 90%. Pada saat pemanenan tanaman dipisahkan antara batang dan biji, untuk selanjutnya dilakukan penimbangan berat kering tanaman dan biji juga sampling untuk analisis kadar N dalam jaringan tanaman.

2.1. Teknik Sampling Tanah

Sampling tanah dilakukan pada saat awal sebelum penanaman dan saat panen. Sampel tanah diambil komposit dari tiap petak percobaan sebanyak 5 titik pada kedalaman 0 – 25 cm dari permukaan sebanyak 1 kg. Sampel kemudian dimasukkan dalam wadah plastik yang telah diberikan kode sesuai perlakuan lalu dimasukan ke dalam wadah berupa box yang telah diisi es batu. Sesampainya di laboratorium sampel kemudian dikeringanginkan kemudian diayak sehingga lolos saringan <2 mm.

2.2. Penetapan pH tanah

Sampel tanah ditimbang sebanyak 5 gram ke dalam botol kocok dan dilarutkan dalam 25 mL air distilasi, kemudian akan digoyang selama 30 menit dalam kecepatan 200 rpm. Kemudian sampel diukur oleh pH meter yang telah distandarisasi menggunakan larutan penyangga standar pH 4 dan pH 7 (Eviaty and Sulaeman 2021).

2.3. Penentuan C-Organik Tanah

C-organik ditentukan dengan metode Walkey and Black (Eviaty and Sulaeman 2021). Contoh tanah 0,500 g berukuran < 0,5 mm ditimbang ke dalam labu ukur 100 ml. Ditambahkan 5 ml K₂Cr₂O₇ 1 N, lalu dikocok. Ditambahkan 7,5 ml H₂SO₄ pekat, dikocok lalu diamkan selama 30 menit. Diencerkan dengan air bebas ion, biarkan dingin dan diimpitkan. Keesokan harinya diukur absorbansi larutan jernih dengan spektrofotometer pada 561 nm. Sebagai pembanding dibuat standar 0 dan 250 ppm, dengan memipet 0 dan 5 ml larutan standar

5.000 ppm ke dalam labu ukur 100 ml. Kadar C-organik diperoleh dengan cara perhitungan:

Kadar C-organik (%)

= ppm kurva x ml ekstrak/1.000 ml x 100/mg contoh x fk

= ppm kurva x 100/1.000 x 100/500 x fk

= ppm kurva x 10/500 x fk

2.2. Penetapan P tersedia

5 gram sample tanah dilarutkan dengan 20 mL ekstrak Olsen, lalu digoyang pada 200 rpm selama 2 jam. Sampel disaring menggunakan kertas saring whatman No. 40 ke dalam botol vial. Sampel dan standar dipipet 2 mL ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 10 mL pereaksi pewarna P. Lalu dikocok dan ditunggu 1-1,5 jam hingga larutan berwarna biru dan stabil. Sampel dan standar dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada 889 nm (Eviaty and Sulaeman 2021).

P₂O₅ (ppm) = ppm kurva x ml ekstrak/1.000 ml x 1.000g/g contoh x fp x 142/190 x fk

= ppm kurva x 25/1.000 x 1.000/2,5 x fp x 142/190 x fk

= ppm kurva x 10 x fp x 142/190 x fk

2.3. Pengukuran Respirasi Mikroba

Metode penghitungan yang digunakan adalah metode penangkapan CO₂ (Husen & Simanungkalit 2007). Pada percobaan diaplikasikan teknik pengukuran dalam botol tertutup, atau pengukuran contoh tanah terganggu. Perhitungan yang digunakan dalam teknik ini adalah :

$$r = \frac{(a - b) \times t \times 2,4 \times 100}{n}$$

Di mana :

r = jumlah CO₂ yang dihasilkan (mg CO₂ g⁻¹ hari⁻¹)

a = ml HCl untuk stoples dengan contoh tanah

b = ml HCl untuk stoples tanpa contoh tanah (blanko)

t = normalitas HCl* (lihat perhitungan di bawah)

n = jumlah hari inkubasi

100 = 100 g contoh tanah

2,4 = Konstanta

Perhitungan t :

$$t = \frac{a \text{ mg}}{381,42/2}$$

2.4. Perhitungan Populasi Mikroba Tanah

Perhitungan jumlah mikroba tanah menggunakan metode cawan hitung (*plate count*) untuk mikroba pelarut fosfat (MPF) dan *Azotobacter*. MPF dibiakkan pada media Pikovskaya, sedangkan *Azotobacter* pada media *Nitrogen free manitol* (NFM). Inkubasi dilakukan pada suhu 28-30 °C (suhu ruang) selama 3-5 hari. Tingkat pengenceran dan perhitungan populasi mikroba tanah merujuk pada (Ohiwal *et al.* 2017). Populasi mikroba pelarut fosfat, penambat N menggunakan pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Setelah 5 hari masa inkubasi dilakukan perhitungan populasi mikroba sehingga didapatkan total populasi per gram tanah kering udara yang kemudian dikonversikan ke dalam jumlah mikroorganisme dalam 1 gram (cfu/g).

2.5. Pengukuran Nitrat Terlarut dengan Pengekstrak Air

Sebesar 10 g tanah dari masing-masing perlakuan dipungut pada saat panen. Pemungutan tanah dilakukan di bagian permukaan dengan kedalaman 5 cm. Pembuatan konsentrat tanah dilakukan dengan melarutkan tanah dengan 20 ml aquabidest, lalu dikocok selama 30 menit pada 200 rpm. Pipet standar 5 ppm KNO_3 sebanyak 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; dan 5 ml, dimasukkan ke dalam tabung reaksi diimpitkan 5 ml dengan akuades. Deret standar memiliki kepekatan: 0; 0,5; 1; 2; 3; 4 dan 5 ppm N. Sebanyak 5 ml contoh air ke dalam tabung kimia, kemudian ukur dengan spektrofotometer UV-VIS pada 205 nm dan 275 nm (Eviaty & Sulaeman 2021).

2.6. Analisis Data

Analisis ragam (ANOVA) digunakan dengan taraf kepercayaan 95% dengan menggunakan Microsoft Excel. Apabila hasil analisis berpengaruh nyata akan diuji lanjut dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

3. Hasil

3.1. Hasil Analisis Awal Tanah Sub-Optimal Pasar Jumat

Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah Latosol Pasar Jumat memiliki pH H₂O kriteria masam dengan kandungan C-organik yang rendah (Eviaty & Sulaeman 2021). Kadar N tanah masuk dalam kategori rendah dengan P tersedia yang juga menunjukkan kriteria rendah. Kandungan Ca masuk dalam kriteria rendah dengan kadar unsur Mg masuk dalam kriteria sedang. Hasil analisis menunjukkan bahwa K dalam tanah masuk dalam

kriteria rendah, dengan kandungan Natrium (Na) masuk dalam kriteria yang juga rendah. Kapasitas tukar kation dan mejerapnya termasuk kriteria sedang. Nilai kejenuhan basa pada tanah masuk dalam kriteria sedang, Alumunium dapat ditukar (Al-dd) dengan kandungan Fe dan Mn masuk kriteria sangat tinggi. Untuk Zn dan Cu masing-masing dikategorikan cukup. Komposisi perbandingan Pasir (7,69 %), debu (37,66 %), dengan dominasi Liat (54,65%) sehingga berdasarkan tekstur tanah, maka tanah ini memiliki tekstur liat. Secara umum dapat diketahui bahwa berdasarkan analisis tanah awal, maka tanah Latosol asal Pasar Jumat memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah.

3.2. Pengaruh Pemupukan terhadap Karakteristik Tanah dan Hasil Sorgum

pH tanah tidak dipengaruhi secara nyata dengan pemberian N dalam bentuk pupuk urea. Nilai pH tanah akibat dari pengaruh perlakuan pupuk N berkisar antara 5.22 sampai dengan 5.47. Nilai tertinggi pH tanah didapatkan pada perlakuan dosis urea 50 kg ha⁻¹, sedangkan nilai terkecil didapatkan pada dosis urea 100 kg ha⁻¹. Meskipun tidak berbeda nyata, namun jika melihat dari nilai yang tertera pada tabel 2, maka ada kecenderungan nilai pH menurun pada aplikasi urea dengan dosis tinggi. Pada penelitian ini pemberian urea dari 50 kg ha⁻¹ sampai dengan 200 kg ha⁻¹ tidak menyebabkan penurunan pH secara signifikan. Selain itu kadar P tersedia tanah akibat perlakuan dosis urea menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata. Nilai tertinggi kadar P tersedia diperoleh pada perlakuan dosis urea 50 kg ha⁻¹ sedangkan nilai terendahnya diperoleh pada perlakuan 200 kg ha⁻¹. Meskipun data menunjukkan nilai yang tidak signifikan, namun terjadi perubahan nilai pada setiap dosis pupuk urea yang ditambahkan.

Tabel 2. Pengaruh pemupukan urea pada pH Tanah, P tersedia, dan C-organik Tanah

Dosis Pupuk (kg/ha)	pH Tanah	P tersedia tanah (ppm P ₂ O ₅)	C-organik Tanah
0	5.38 a	19,85 a	1.37 a
50	5.47 a	22,44 a	1.31 a
100	5.22 a	17,45 a	1.48 a
200	5.23 a	16,92 a	1.34 a

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%.

Kandungan C-organik pada tanah tidak menunjukkan perubahan yang signifikan akibat dari penambahan urea. Kandungan C-organik yang tertinggi diperoleh pada perlakuan pemberian urea dosis 100 kg ha⁻¹, namun yang terkecil diperoleh

pada pemberian urea 50 kg ha⁻¹. Nilai kandungan N total tanah dan nitrat tanah nilainya tidak signifikan (tabel 3.). Hasil penelitian membuktikan bahwa pemberian urea dosis 200 kg ha⁻¹ menambah kisaran N total tanah sekitar 30.88% dari kontrol % (Tabel 3.). C/N ratio pada tanah yang diberi perlakuan urea dari 0 sampai dengan 200 kg ha⁻¹ juga menunjukkan nilai yang tidak berbeda secara nyata. Nilai tertinggi C/N ratio diperoleh pada perlakuan kontrol, sementara nilai terendah diperoleh 200 kg ha⁻¹. Penurunan nilai C/N ratio menunjukkan bahwa semakin besar nilai N yang diberikan ke dalam tanah semakin menurun nilai C/N rasio tanah.

Tabel 3. N total tanah, C/N ratio, dan Nitrat terlarut

Dosis Pupuk (kg/ha)	N total tanah (%)	C/N ratio	Kandungan Nitrat (ppm)
0	0.0858 a	16,88 a	4,12 a
50	0.0933 a	14,43 a	4,73 a
100	0.1021 a	14,52 a	4,73 a
200	0.1123 a	12,24 a	4,74 a

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan urea dari 0 sampai dengan dosis 50 kg ha⁻¹ tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah bakteri penambat N *Azotobacter*. Penambahan dosis urea 200 kg ha⁻¹ justru menurunkan jumlah mikroba penambat N secara signifikan. Penambahan pupuk urea dari 0 ke 50 kg ha⁻¹ meningkatkan pertumbuhan MPF secara nyata sebanyak 40.48 %. Namun kembali menurun ke jumlah kisaran semula pada saat urea ditingkatkan menjadi 100 kg ha⁻¹, dan kembali meningkat ketika urea yang ditambahkan pada kisaran 200 kg ha⁻¹. Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa dosis urea tidak berpengaruh secara nyata untuk respirasi tanah. Penelitian membuktikan bahwa perlakuan pemberian urea pada tanaman sorghum berpengaruh secara nyata terhadap serapan N dan hasil sorghum. Hasil uji statistik (Tabel 4) menunjukkan pemupukan urea meningkatkan serapan N dan hasil sorghum secara nyata pada sorghum masing-masing sebanyak 5,54 kali dan sebanyak 2,29 kali dari kontrol.

Tabel 4. Jumlah Mikroba Fungsional Respirasi Tanah

Perlakuan Dosis Pupuk	Populasi mikroba penambat N x 10 ⁴ (spk g ⁻¹ tanah)	Populasi mikroba Pelarut P x 10 ⁴ (spk g ⁻¹ tanah)	Kadar CO ₂ mg (CO ₂ g ⁻¹ hari ⁻¹)
0	230,00 b	126,00 a	1,2 a
50	243,33 b	177,00 b	0,69 a
100	163,33 b	125,00 a	0,77 a
200	46,67 a	188,50 b	0,63 a

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 5. Kadar N, serapan N, dan hasil berat kering biji sorghum

Dosis Pupuk (kg/ha)	Kadar N Biji (%)	Serapan N biji (mg/petak)	Berat kering biji sorghum (g/petak)
0	1,42 a	29,99 a	245,3 b
50	1,41 a	17,83 a	132,4 a
100	2,31 a	70,53 ab	322,21 b
200	3,06 a	166,08 b	562,1 c

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

4. Pembahasan

Tanah sub-optimal pada umumnya sulit dikembangkan untuk pertanian tanaman pangan. Keterbatasan berupa kesuburan tanah yang rendah menjadi alasan utama, sehingga input untuk pemupukan biasanya tinggi sehingga menyebabkan biaya produksi menjadi tinggi. Selain pH yang rendah, Latosol asal Pasar Jumat memiliki karakteristik kesuburan tanah dengan C-organik yang rendah dan pH yang masam. Hal ini tentu berpengaruh pada kesehatan tanah terutama berkaitan dengan indikator biologi tanah berupa mikrob tanah. Minimnya C-organik sebagai sumber energi untuk organisme tanah berakibat pada laju siklus hara dalam tanah. Meskipun C-organik berperan dalam mendukung kesehatan tanah, namun untuk meningkatkan produksi sorghum penambahan C dalam bentuk pupuk organik perlu didukung oleh pupuk kimia.

Margolang *et al.* (2015) menjelaskan bahwa aplikasi pupuk organik dalam meningkatkan kadar C-organik yang tinggi belum dapat membenahi sifat kimia tanah yaitu N-total, P-tersedia, C-organik dan pH. Tanah sub-optimal seperti Latosol berpotensi dijadikan lahan untuk produksi sorgum dengan tambahan pupuk yang berimbang dari pupuk organik-hayati dengan pupuk kimia lainnya.

pH tanah adalah indikator penting untuk menilai kelarutan unsur hara tanah. pH tanah netral akan meningkatkan kondisi optimum untuk pertumbuhan karena tingkat kelarutan unsur hara semakin baik. Perubahan pH pada tanah Latosol diduga dapat dipengaruhi oleh pemberian pupuk kimia seperti pupuk urea, namun hal ini juga sangat berkaitan erat dengan parameter karakteristik tanah lainnya. Penambahan pupuk N pada tanah dapat menurunkan pH tanah, menurunkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah, dan menurunkan CO₂ (Rousk & Brookes 2011; Yoshitake *et al.* 2016). Namun hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa pemberian urea tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai pH tanah, meskipun ada kecenderungan semakin tinggi dosis urea yang diberikan semakin turun nilai pH tanah. Hal ini diperkirakan dosis urea yang dibagikan sudah cukup untuk dimanfaatkan tanaman dan mikroorganisme tanah sehingga tidak ada N tersisa dari urea yang mempengaruhi terhadap pH tanah. Selain itu diduga tanah mampu menahan penurunan pH karena masih cukup tersedianya larutan penyangga dalam tanah. Kemungkinan kompleks koloid tanah yang biasanya mengandung koloid humus dan koloid liat menyerap ion H sama kuatnya dengan larutan tanah atau berada dalam keadaan setimbang. Kemampuan larutan penyangga menahan perubahan pH tanah secara alamiah ini relatif baik karena perubahan pH tanah dengan cepat akan mempengaruhi tanaman dan keseimbangan unsur hara. Perubahan jumlah ion H yang ada di koloid tanah maupun di larutan tanah hanya dapat dirubah secara drastis dengan penambahan unsur-unsur yang mempunyai sifat basa atau asam.

Ketersediaan P tanah Latosol Pasar Jumat termasuk kriteria rendah, ini merupakan sifat umum terdapat di tanah-tanah sub-optimal karena adanya retensi P oleh unsur-unsur lainnya seperti Fe, Mn, dan Al. Kandungan Fe, Mn, dan Al-dd dalam tanah latosol Pasar Jumat masuk dalam kriteria sangat tinggi sehingga diduga berpengaruh langsung pada ketersediaan P. Penambahan urea tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan P di dalam tanah. Namun, penelitian ini menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai ketersediaan P akibat dari penambahan urea pada tanah Latosol. Nilai P tersedia tidak secara langsung

dapat dipengaruhi oleh penambahan N, P tersedia hanya dapat dipengaruhi secara langsung oleh penambahan pupuk P, pH tanah, kejenuhan Al, dan kelimpahan bahan organik. Penambahan pupuk urea diduga hanya mampu mempengaruhi besaran P tersedia secara tidak langsung yaitu melalui pemanfaatan N sebagai sumber nutrisi mikroorganisme tanah. Pergeseran kondisi lingkungan di dalam tanah diduga mampu menyebabkan perubahan struktur dan komposisi mikroorganisme tanah dan pada akhirnya merubah status ketersediaan hara seperti P.

Penelitian juga menunjukkan bahwa penambahan N urea tidak menyebabkan perubahan pada C-organik tanah. Secara langsung C-organik pada tanah dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan organik seperti kompos atau pupuk kandang pada tanah (Walida *et al.*, 2020). Penambahan urea diduga belum mampu merubah kesetimbangan unsur hara di dalam tanah yang mempengaruhi pada kandungan C-organik dalam tanah. Hal ini berbeda dengan penelitian Setiawati (2014) yang menerangkan bahwa aplikasi pupuk anorganik secara terus menerus akan meningkatkan mineralisasi bahan organik tanah sehingga menyebabkan degradasi kadar C-organik dalam tanah. Mineralisasi bahan organik oleh mikroba tanah yang memanfaatkan C dalam tanah sebagai sumber energi prosesnya diduga tidak terjadi secara optimal. Hal ini mungkin ada kaitannya dengan dosis urea yang masih perlu ditingkatkan. Selain itu penggunaan lahan percobaan secara intensif tanpa pemberian tambahan pupuk organik sangat berpengaruh pada kandungan C organik pada tanah.

Hasil analisis N tanah memperlihatkan nilai N total (0,19%) memiliki kriteria rendah, hal ini menjadi alasan mengapa urea perlu diberikan dalam jumlah besar untuk mendukung produksi sorgum. Penelitian ini menunjukkan bahwa N total tanah cenderung meningkat, namun nilainya tidak signifikan (Tabel 3). Hasil ini diduga karena sifat N yang mobil di dalam tanah. urea adalah pupuk yang cepat larut dan menguap sehingga kemungkinan unsur hara N yang sudah lepas dalam bentuk ammonium dan nitrat langsung dimanfaatkan oleh sorgum atau lepas ke udara sehingga nilai N tanah kecil. Selain itu pengambilan sampel tanah yang dilakukan sampai dengan panen sangat menentukan besaran akhir nilai N total di dalam tanah. Nitrogen tanah mudah lenyap karena penguapan, pencucian, dan dimanfaatkan oleh tanaman (Patti *et al.* 2018). Selain itu mikroba tanah yang berperan dalam daur unsur hara di dalam tanah khususnya siklus N diduga menjadi lebih lambat dalam memainkan peranannya.

Sama halnya dengan karbon, nitrogen dalam tanah dapat digunakan oleh organisme dan mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang, sehingga penambahan urea akan meningkatkan populasi mikroorganisme N dalam tanah (Sun *et al.* 2019). Penelitian ini menunjukkan pertumbuhan bakteri penambat N yang cenderung menurun (Tabel 4). Tidak adanya aktivitas mikroba *Azotobacter* dalam tanah dalam jumlah signifikan mengakibatkan pemanfaatan C-organik dalam tanah sebagai sumber energi mikroba juga tidak berubah signifikan (Tabel 2.). Nitrogen yang berasal dari urea diduga langsung dimanfaatkan oleh tanaman sorghum atau mikroorganisme lainnya yang peka dengan nitrogen, sehingga perkembangan mikroba penambat N di dalam tanah tidak meningkat. Penelitian ini menunjukkan bahwa kecepatan penggunaan N oleh tanaman sorghum atau mikroorganisme lainnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan pertumbuhan mikroba penambat N. Penurunan populasi mikroba penambat N akibat dari aplikasi urea diduga juga karena adanya daya hambat dari urea tersendiri pada jenis mikroba tertentu seperti *Azotobacter*. Aplikasi urea akan memiliki pengaruh pada kelimpahan dan keragaman anggota komunitas mikroba yang terkait dengan nitrifikasi pada tanah, dan selanjutnya akan mempengaruhi komunitas heterotrofik yang lebih luas, termasuk penurunan keragaman dan variasi kelimpahan taksa tertentu (Staley *et al.* 2018).

Penambahan dosis urea menunjukkan bahwa pola pertumbuhan mikroba pada suatu lingkungan sangat dinamis dipengaruhi oleh lingkungan tumbuhnya. Perubahan yang terjadi pada lingkungan tumbuh suatu komunitas mikroba akan berpengaruh pada pertumbuhannya yang akhirnya berpengaruh pada mikroba lainnya. Munculnya perbedaan jumlah populasi MPF pada tanah akibat urea belum dapat dipahami, namun pemupukan urea intensif dalam jangka panjang selain meningkatkan risiko kehilangan N melalui penguapan amonia juga meningkatkan resiko degradasi tanah akibat menurunnya keanekaragaman mikroba tanah (Sun *et al.* 2019). Hal ini mungkin berhubungan dengan kemampuan mikroba tanah dalam memanfaatkan urea dan senyawa turunannya sebagai sumber energi mikroba tertentu sehingga menekan pertumbuhan mikroba lainnya. Meskipun nilai respirasi menunjukkan pelandaian dengan aplikasi urea, namun secara statistik nilainya tidak signifikan. Hasil ini sependapat dengan penelitian Cahyono *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa respirasi tanah tidak mempunyai korelasi dengan pH tanah, C-organik tanah, suhu tanah, dan kelembaban tanah. Respirasi merupakan hasil metabolisme

mikroorganisme di dalam tanah, sehingga nilainya sangat bergantung pada aktivitas mikroba tanah. Mekanisme yang terjadi karena adanya pemanfaatan O₂ dan pelepasan CO₂ sehingga derajat respirasi dapat dipastikan dengan mengukur O₂ yang diperlukan oleh mikroba tanah (Husen and Simanungkalit 2007).

Aplikasi urea diduga mengubah jumlah komposisi mikroba tertentu, namun tidak mengubah keseluruhan jumlah mikrob. Sehingga meskipun jumlah dan aktivitas mikroba tertentu menurun namun aktivitas mikroba lainnya meningkat, yang pada akhirnya tidak merubah nilai respirasi tanah secara keseluruhan. Hampir keseluruhan parameter kualitas tanah tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan namun pemupukan urea meningkatkan hasil tanaman sorghum secara signifikan (tabel 5). Data menunjukkan terdapat penurunan hasil berat kering biji sorghum, yaitu aplikasi urea 50 kg ha⁻¹, hal ini dikarenakan adanya serangan hama pengganggu berupa burung yang mempengaruhi hasil pada petak percobaan. Pemupukan urea pada tanah-tanah sub-optimal dianjurkan diberikan dalam jumlah yang relatif tinggi hal ini dikarenakan rendahnya efisiensi serapan N. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa pemberian urea berdampak dalam produksi sorghum di tanah-tanah sub-optimal dengan karakteristik tanah yang tidak subur. Selain itu kecocokan suatu tanaman terhadap lingkungannya sangat berdampak terhadap perkembangan dan produktivitas tanaman tersebut (Nusifera *et al.* 2017).

5. Kesimpulan

Hasil penelitian membuktikan bahwa pemberian urea tidak berdampak nyata pada beberapa sifat kimia tanah Latosol Pasar Jumat seperti C-organik tanah, P tersedia, pH tanah dan kadar N pada tanah. Pemupukan urea berdampak nyata pada jumlah mikrob fungsional pada tanah seperti bakteri pengikat N dan bakteri pelarut fosfat. Pemupukan urea meningkatkan serapan N dan hasil sorghum secara nyata pada sorghum masing-masing sebanyak 5,54 kali dan sebanyak 2,29 kali dari control.

6. Pernyataan Konflik Kepentingan (*Declaration of Conflicting Interests*)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

7. Daftar Pustaka

- Andayani RD. 2021. Uji adaptasi sorgum (*Sorghum bicolor*) berdaya hasil tinggi di wilayah Kediri. *Adaptation test of high yield sorghum in Kediri. Agrovigor J Agroekoteknologi*, 14(1):30–34.
- Assefa A, Bezabih A, Girmay G, Alemayehu T, Lakew A. 2020. Evaluation of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) variety performance in the lowlands area of wag lasta, north eastern Ethiopia. *Cogent Food Agric*. 6: 1778603. doi:10.1080/23311932.2020.1778603. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1778603>.
- Cahyono, Budi; Yusnaini, Sri; Niswati, Ainin; Utomo M. 2013. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap respirasi tanah pada lahan pertanian tebu (. 1(2):208–212.
- Eviaty and Sulaeman. 2021. Analisis Kimia Tanah , Tanaman , Air , dan Pupuk. 3rd Ed. Linca Anggria, Lenita Herawati Dan Lrw, Editor. Bogor: Balai Penelitian Tanah. <http://balittanah.litbang.pertanian.go.id>.
- Guo Z, Wan S, Hua K, Yin Y, Chu H, Wang D. 2020. Fertilization regime has a greater effect on soil microbial community structure than crop rotation and growth stage in an agroecosystem. *Appl Soil Ecol*. 149(40):103510. doi:10.1016/j.apsoil.2020.103510. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103510>.
- Hindersah R, Kamaluddin NN, Samanta S, Banerjee S, Sarkar S. 2020. SAINS TANAH – Journal of Soil Science and Agroclimatology Role and perspective of Azotobacter in crops production. 17(2):170–179. doi:10.20961/stjssa.v17i2.45130.
- Husen E, Simanungkalit RDM. 2007. Metode Analisis Biologi Tanah. Saraswati R, Husen E, Simanungkalit RDM, editors. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. [http://repository.pertanian.go.id/bitstream/handle/123456789/14942/07_Metoda Analisis Biologi Tanah.pdf?sequence=1](http://repository.pertanian.go.id/bitstream/handle/123456789/14942/07_Metoda%20Analisis%20Biologi%20Tanah.pdf?sequence=1).
- Irawan ZD, Ezward C, Okalia D. 2020. PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KOTORAN KERBAU DAN PUPUK UREA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI SORGUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *J Green Swarnadwipa*. 9(1):46–57.
- Kumar Kurrey D, Sharma R, Kumar Lahre M, Devendra Kumar Kurrey C, Lata Kurrey R. 2018. Effect of Azotobacter on physio-chemical characteristics of soil in onion field. *ThepharmajournalCom*. 7(2):108–113. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2018/vol7issue2/PartB/7-2-27-396.pdf>.
- Lestari T, Suharyanto S, Pratomo SE. 2021. Respon Pertumbuhan dan Produksi Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) dengan Pemberian Berbagai Dosis Amelioran di Lahan Pasca Tambang Timah. *AGROSAINSTEK J Ilmu dan Teknol Pertan*. 5(2):100–108. doi:10.33019/agrosainstek.v5i2.162.
- Margolang RD, Sembiring M, Agroekoteknologi PS. 2015. Karakteristik Beberapa Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah Pada Sistem Pertanian Organik The Characteristic of Some of The Physical, Chemical, and Biological Properties of Soil in Organic Farming Systems. 3(2):717–723.
- de Moraes Cardoso L, Pinheiro SS, Martino HSD, Pinheiro-Sant'Ana HM. 2017. Sorghum (*Sorghum bicolor* L.): Nutrients, bioactive compounds, and potential impact on human health. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 57(2):372–390. doi:10.1080/10408398.2014.887057. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2014.887057>.
- Nusifera S, Simanjuntak JS, Fitriani MS. 2017. Respons Beberapa Kultivar Kacang Hijau (*Vigna radiata* L. Wilczek) terhadap Pemupukan Nitrogen Kedua Pada Awal Fase Reproduksi. *AGROSAINSTEK*. 1(2):68–73.
- Ohiwal M, Widyastuti R, Sabiham S. 2017. Populasi Mikrob Fungsional Pada Rhizosfer Kelapa Sawit Di Lahan Gambut Riau. *J Ilmu Tanah dan Lingkung*. 19(2):74–80. doi:10.29244/jitl.19.2.74-80.
- Patti PS, Kaya E, Silahooy C. 2018. Analisis Status Nitrogen Tanah Dalam Kaitannya Dengan Serapan N Oleh Tanaman Padi Sawah Di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Agrologia*. 2(1):51–58. doi:10.30598/a.v2i1.278.
- Rana A, Setiawati MR, Suriadikusumah A. 2018. Pengaruh Pupuk Hayati Dan Anorganik Terhadap Populasi. *J Biodjati*. 3(1):15–22.
- Setiawati MR. 2014. Peningkatan Kandungan N Dan P Tanah Serta Hasil Padi Sawah Akibat Aplikasi Azolla Pinnata Dan Pupuk Hayati Azotobacter chroococcum dan Pseudomonas cepaceae. *Agrologia*. 3(No. 1 April 2014):28–36.
- Setiawati MR, Damayanti M, Herdiyantoro D, Suryatmana P, Khumairah FH. 2019. Uji Formulasi Pupuk Hayati Padat Berbasis Azolla Terhadap Populasi dan Fungsional Mikroba Tanah Menguntungkan. *SoilREns*. 15(2):21–25. doi:10.24198/soilrens.v15i2.21461.
- Staley C, Breuillin-Sessoms F, Wang P, Kaiser T, Venterea RT, Sadowsky MJ. 2018. Urea amendment decreases microbial diversity and selects for specific nitrifying strains in eight contrasting agricultural soils. *Front Microbiol*. 9(APR):1–13. doi:10.3389/fmicb.2018.00634.

- Suminar R, S, Purnamawati DH. 2018. Pertumbuhan dan Hasil Sorgum di Tanah Latosol dengan Aplikasi Dosis Pupuk Nitrogen dan Fosfor yang Berbeda. *J Agron Indones (Indonesian J Agron.* 45(3):271. doi:10.24831/jai.v45i3.14515.
- Sun R, Li W, Hu C, Liu B. 2019. Long-term urea fertilization alters the composition and increases the abundance of soil ureolytic bacterial communities in an upland soil. *FEMS Microbiol Ecol.* 95(5):1–8. doi:10.1093/femsec/fiz044.
- Wagaw K. 2019. Review on Mechanisms of Drought Tolerance in Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Basis and Breeding Methods. *Acad Res J Agri Sci Res.* 7(2):87–99. doi:10.14662/ARJASR2019.007.<http://www.academicresearchjournals.org/ARJASR/Index.htm>.
- Wahyono T, Astuti DA, Jayanegara A, Wiryawan KG, Sugoro I. 2019. Evaluasi Fraksi Serat untuk Mengestimasi Relative Feed Value pada Tanaman Sorgum Galur Mutan Fiber Fractions Evaluation and Relative Feed Value Estimation of Sorghum Mutant Lines. *J Ilm Apl Isot dan Radiasi.* 15(2):93–105. <http://jurnal.batan.go.id/index.php/jair/article/view/5281>.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Stabilitas Parameter Kualitas 35 Klon Teh Sinensis (*Camellia sinensis* var. *Sinensis*) yang Diolah Menjadi Teh Hijau Dengan Metode Panning dan Steaming*****Quality Parameter Stability of 35 Sinensis Tea Clones (*Camellia sinensis* var. *Sinensis*) Processed into Green Tea by Panning and Steaming*****Muhamad Khais Prayoga^{1*}, Heri Syahrian¹, Vitria Puspitasari Rahadi¹, Hilman Maulana¹, Shabri¹, Alina Akhdya², Budi Martono², Tri Joko Santoso², Dwinita Wikan Utami^{2*}**¹ Pusat Penelitian Teh dan Kina, PT. Riset Perkebunan Nusantara. Bandung 40972² Pusat Riset Hortikultura dan Perkebunan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Bogor 16911

Received: May 8, 2023 / Received in revised : September 14, 2023 / Accepted: November 24, 2023

ABSTRACT

The Research Institute for Tea and Cinchona (RITC) has a collection of 35 tea clones of the *Sinensis* type whose performance parameters for green tea are unknown, so it is necessary to screen these clones as an effort to characterize the performance parameters for green tea quality. The purpose of this study was to determine the clones with stable quality parameter performance in two processing methods namely panning and steaming as well as the suitability of each clone with the processing method. The diversity of green tea quality parameter performance was analyzed using principal component analysis (PCA). The stability of the green tea quality parameters was tested using the Finaly-Wilkinson method, while the differences in the performance of the green tea quality parameters in the panning and steaming methods were analyzed using combined variance followed by an additional Honest Significant Difference (BNJ) test at the 5% level. The results of this study were clones I.1.101, I.2.34, I.2.85, II.1.3, II.1.60, R1, S2, GMBS 3, and GMBS 4 which had stable green tea quality in two processing methods, namely panning and steaming. . Meanwhile clones I.2.34, I.4.113, II.2.146, II.3.16, R3, S1, S3, and GMBS 3 will show good quality green tea when processed using the panning method, while clones I.1.93, II.2.108 , II.4.32, II.4.178, SGMBA, and Yabukita will show good quality green tea when processed using the steaming method.

Keywords: *Sinensis tea clone; Green tea; Quality parameters; Stability***ABSTRAK**

Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) memiliki 35 koleksi klon teh tipe *Sinensis* yang belum diketahui performa parameter kualitas teh hijaunya, sehingga kegiatan skrining terhadap klon-klon tersebut perlu dilakukan sebagai upaya karakterisasi performa parameter kualitas teh hijaunya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui klon-klon dengan performa parameter kualitas yang stabil dalam dua metode pengolahan yaitu panning dan steaming serta kecocokan masing-masing klon dengan metode pengolahan. Keragaman performa parameter kualitas teh hijau dianalisis menggunakan principal componen analysis (PCA). Kestabilan parameter kualitas teh hijau diuji menggunakan metode Finaly-Wilkinson, sedangkan perbedaan performa parameter kualitas teh hijau pada metode panning dan steaming dianalisis menggunakan sidik ragam gabungan

*Korespondensi Penulis.

E-mail : mkhaisprayoga@yahoo.com ; dnitawu@windowslive.com DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i2.505>

dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil dari penelitian ini adalah klon I.1.101, I.2.34, I.2.85, II.1.3, II.1.60, R1, S2, GMBS 3, dan GMBS 4 memiliki kualitas teh hijau yang stabil pada dua metode pengolahan yaitu *panning* dan *steaming*. Sementara itu klon I.2.34, I.4.113, II.2.146, II.3.16, R3, S1, S3, dan GMBS 3 akan menunjukkan kualitas teh hijau yang baik apabila diolah dengan metode *panning*, sedangkan klon I.1.93, II.2.108, II.4.32, II.4.178, SGMB, dan Yabukita akan menunjukkan kualitas teh hijau yang baik apabila diolah dengan metode *steaming*.

Kata kunci: Klon Teh *Sinensis*; Teh hijau; Parameter kualitas; Stabilitas

1. Pendahuluan

Salah satu jenis teh yang populer adalah teh hijau, dimana Indonesia merupakan salah satu negara penghasil jenis teh tersebut. Pada tahun 2022 Indonesia mengeksport sekitar 6.000 ton teh hijau (BPS 2023). Namun demikian, kualitas teh hijau asal Indonesia dirasa masih belum mampu bersaing dengan negara lain penghasil teh hijau seperti China dan Vietnam, disebabkan bahan baku pucuk yang dipergunakan kurang sesuai. Pucuk yang dipergunakan bersal dari tanaman teh tipe Assamika yang memiliki kandungan asam amino hanya 3% dari bobot kering daunnya, sehingga teh yang dihasilkan memiliki aroma yang kurang kuat (Prayoga et al. 2022). Tanaman teh yang diusahakan di Indonesia sebagian besar adalah teh tipe Assamika yang unggul dari segi produktivitas dan lebih cocok digunakan sebagai bahan baku teh hitam (Nuryana et al. 2021; Sita & Rohdiana 2021).

Pengembangan klon-klon tipe *Sinensis* menjadi salah satu peluang dalam meningkatkan daya saing teh hijau Indonesia. Klon-klon tipe *Sinensis* unggul merupakan pondasi dalam pengembangan teh hijau Indonesia yang berkualitas dan berstandar internasional (Prayoga et al. 2022). Pengembangan klon-klon teh tipe *Sinensis* dapat diawali dengan melakukan skrining terhadap klon-klon yang memiliki parameter kualitas yang baik.

Secara umum terdapat dua metode pengolahan teh hijau yaitu metode *panning* dan *steaming*. Metode *panning* berasal dari negara China, sedangkan metode *steaming* berasal dari negara Jepang. Perbedaan mendasar kedua metode itu terletak pada proses pelayuannya. Pada metode *panning* pelayuan dilakukan dengan menggunakan silinder panas yang berputar, sedangkan metode *steaming* menggunakan menggunakan uap panas (Singh et al. 2014; Sugandi et al. 2022).

Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) memiliki 35 koleksi klon teh tipe *Sinensis* yang belum diketahui performa parameter kualitas teh hijaunya, sehingga kegiatan skrining terhadap klon-klon tersebut perlu dilakukan sebagai upaya karakterisasi performa parameter kualitas teh hijaunya. Maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji stabilitas parameter kualitas teh hijau 35 klon teh tipe *Sinensis* yang diolah dengan metode *panning* dan *steaming*. Adapun tujuan dari

penelitian ini adalah untuk mengetahui klon-klon yang memiliki parameter kualitas yang stabil dalam dua metode pengolahan serta kecocokan masing-masing klon dengan metode pengolahan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi pemilihan metode pengolahan teh hijau terbaik untuk ke 35 klon yang diuji.

2. Bahan dan Metode

2.1. Pembuatan teh hijau metode *panning*

Metode *panning* merupakan metode pembuatan teh hijau dimana proses pelayuan pucuk teh menggunakan silinder panas yang berputar sehingga pucuk teh yang sudah layu bersentuhan langsung dengan silinder panas (Sugandi et al. 2022). Metode ini sering disebut juga metode pemanasan langsung (Sheibani 2014). Sebanyak 500 gram pucuk teh (p+3) dilayukan dalam *rotary dryer* (RD) selama 7 menit pada suhu 150 °C, kemudian digulung secara manual dengan tangan selama 20 menit, dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan wajan pada suhu 80 °C selama 15 menit.

2.2. Pembuatan teh hijau metode *steaming*

Pada metode *steaming* pucuk teh dilayukan dengan menggunakan uap panas (Singh et al. 2014). Sebanyak 500 gram pucuk teh (p+3) dikukus selama lima menit dengan tekanan 4 bar dan suhu $\pm$ 200 °C. Selanjutnya pucuk teh dikering anginkan selama 1 jam dan setelah itu dilakukan pengeringan pertama menggunakan wajan dengan suhu 100 °C selama 14 menit. Setelah itu, pucuk teh kemudian digulung secara manual menggunakan tangan selama 15 menit dan selanjutnya dilakukan pengeringan akhir menggunakan *tray drayer* dengan suhu 100 °C selama 30 menit.

2.3. Uji Organoleptik

Uji Organoleptik dilakukan oleh tiga panelis ahli sesuai dengan Standar Nasional Indonesia SNI 3945:2016. Sebanyak 2 gram sampel teh hijau diseduh menggunakan 100 ml air mendidih pada suhu 96-98 °C kemudian didiamkan selama 10 menit. Setelah itu, dipisahkan antara larutan teh dan ampas. Parameter kualitas yang diuji antara lain tampilan kering, warna seduhan, rasa,

aroma, dan tampilan ampas dengan rentang nilai sebagaimana tersaji pada Tabel 2. Selanjutnya total nilai kualitas teh hijau dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NKTH = (NTK \times 3) + (NWS \times 3) + (NR \times 1) + (NA \times 2) + (NTA \times 2)$$

Keterangan:

NKTH : nilai kualitas teh hijau

NTK : nilai tampilan keringan

NWS : nilai warna seduhan

NR : nilai rasa

NA : nilai aroma

NTA : nilai tampilan ampas

Kemudian nilai total citarasa tersebut digolongkan menjadi kriteria < 50 = sangat buruk, 50-59 = buruk, 60-69 = sedang, 70-79 = baik, 80-89 = premium, 90-99 = spesial.

Tabel 2. Parameter penilaian kualitas teh hijau

Parameter	Skor	Kriteria
Tampilan keringan	1,0-1,9	tidak baik
	2,0-2,9	kurang baik
	3,0-3,9	sedang
	4,0-4,9	baik
	5,0-5,9	sangat baik
Warna seduhan	1,0-1,9	merah/tidak baik
	2,0-2,9	merah
	3,0-3,9	kekuningan/kurang baik
	4,0-4,9	kuning ke merahan/sedang
	5,0-5,9	kuning kehijauan
Rasa	1,0-1,9	cerah/baik
	2,0-2,9	hijau kekuningan sangat cerah
	3,0-3,9	/sangat baik
	4,0-4,9	enak – sangat enak
	5,0-5,9	sedang – enak
Aroma	1,0-1,9	tidak enak – kurang enak
	2,0-2,9	tidak wangi
	3,0-3,9	kurang wangi
	4,0-4,9	normal
	5,0-5,9	wangi
Tampilan ampas	1,0-1,9	sangat wangi
	2,0-2,9	suram
	3,0-3,9	kehijauan
	4,0-4,9	agak cerah
	5,0-5,9	cerah seperti tembaga

2.4. Analisis data

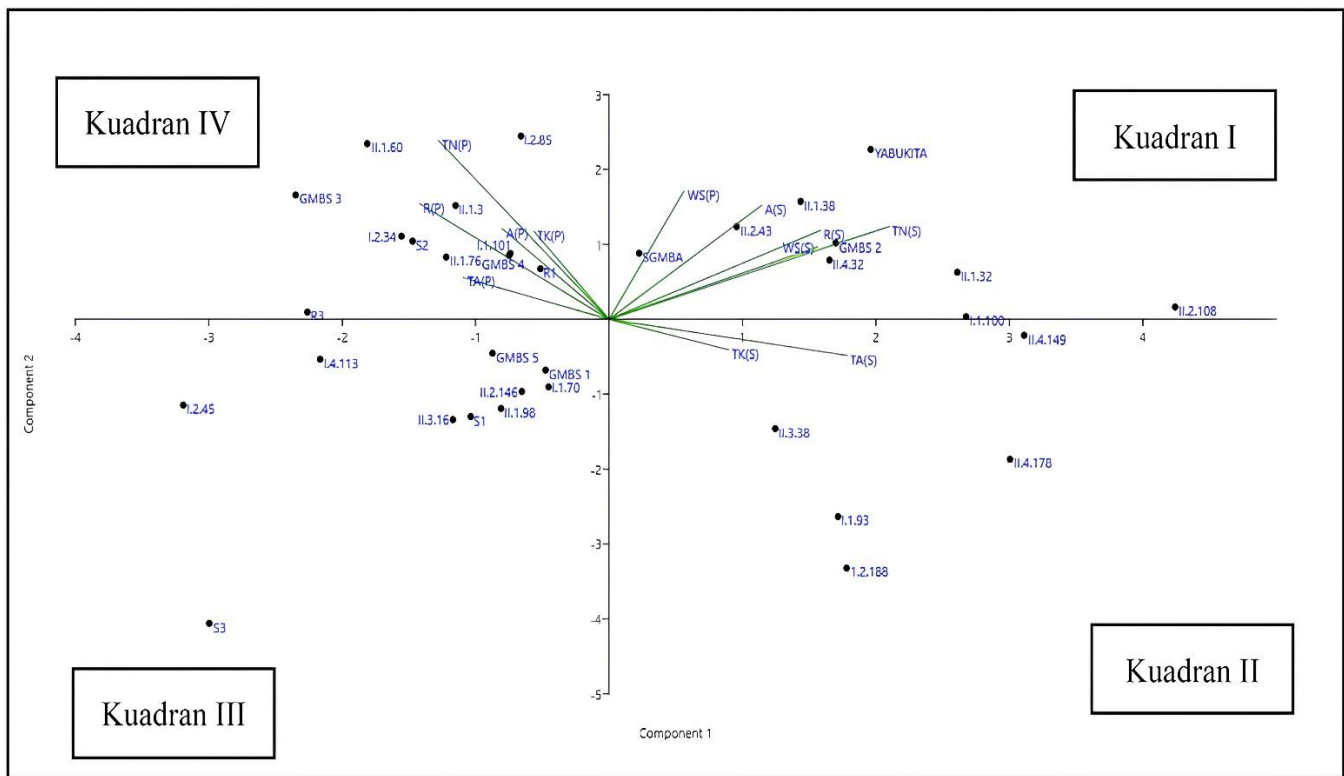
Keragaman performa parameter kualitas teh hijau dianalisis menggunakan *principal componen analysis* (PCA) dengan menampilkan

biplot dari setiap klon yang diuji. Perangkat lunak yang dipergunakan adalah Past3. Selanjutnya kestabilan parameter kualitas teh hijau dari setiap klon diuji menggunakan metode dari Finaly-Wilkinson menggunakan perangkat lunak PBSTAT-PPB 1.2. Sementara itu perbedaan performa parameter kualitas teh hijau dari ke 35 klon pada metode *panning* dan *steaming* dianalisis menggunakan sidik ragam gabungan yang dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% dengan menggunakan perangkat lunak PKBTstat 3.1.

3. Hasil

Berdasarkan hasil *Principal Component Anlaysis* (PCA) ke 35 klon yang diuji terbagi menjadi kedalam empat kuadran. Klon-klon yang berada pada kuadran I yaitu klon I.1.100, II.1.32, II.1.38, II.2.43, II.4.32, SGMBA, Yabukita, dan GMBS 2. Kemudian pada kuadran II yaitu klon I.1.93, I.2.188, II.3.38, II.4.178, dan II.4.149. Selanjutnya pada kuadran III yaitu klon kuadran I.1.70, I.2.45, I.4.113, II.1.98, II.2.146, II.3.16, S1, S3, GMBS 1, dan GMBS 5. Sementara itu pada kuadran IV yaitu klon I.1.101, I.2.34, I.2.85, II.1.3, II.1.60, II.1.76, R1, R3, S2, dan GMBS 4. Pada Gambar 1 terlihat bahwa klon-klon dengan kualitas teh hijau yang baik berada pada kuadran I dan IV. Klon-klon yang berada pada kuadran I secara umum memiliki penampilan parameter kualitas yang baik pada metode *steaming*, sedangkan klon-klon yang berada pada kuadran IV secara umum memiliki penampilan parameter kualitas yang baik pada metode *panning*.

Kestabilan parameter kualitas teh hijau diuji menggunakan metode Finaly-Wilkinson dengan ketentuan satu klon dianggap stabil apabila memiliki nilai regresi (b_i) ≥ 1 dan nilai rata-ratanya lebih tinggi dari nilai rata-rata total (Finlay & Wilkinson 1963). Hasil uji stabilitas menunjukkan bahwa klon yang paling banyak menunjukkan kestabilan adalah klon I.1.101 dan klon II.1.3. Klon I.1.101 memiliki nilai tampilan keringan, aroma, tampilan ampas, dan kualitas teh hijau yang stabil, sedangkan klon II.1.3 memiliki nilai warna seduhan, rasa, aroma, dan kualitas teh hijau yang stabil. Secara umum parameter yang paling banyak menunjukkan kestabilan adalah parameter rasa, dimana terdapat 12 klon (I.2.34, I.2.45, I.2.85, II.1.3, II.1.60, R1, S1, S2, SGMBA, GMBS 1, GMBS 3, dan GMBS 4) dengan parameter rasa yang stabil (Tabel 3).



Gambar 1. Biplot *Principal Component Analysis* (PCA) dari 35 klon yang diuji

Keterangan: TK = tampilan keringan, WS = warna seduhan, R = rasa, A = aroma, TA = tampilan ampas, TN = kualitas teh hijau, (P) = metode *panning*, dan (S) = metode *steaming*

Hasil sidik ragam gabungan menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara klon dan metode pengolahan teh hijau pada semua parameter kualitas kecuali pada parameter rasa. Parameter yang menunjukkan adanya interaksi antara klon dengan metode diduga spesifik metode pengolahan, karena hal tersebut menunjukkan bahwa klon tersebut memiliki penampilan yang berbeda antar metode dan kemungkinan pada salah satu metode menunjukkan performa terbaiknya (Bose *et al.* 2014). Berdasarkan hasil uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) klon I.1.100, I.1.101, I.2.34, II.1.38, II.1.60, II.1.76, II.3.16, R3, dan S2 memiliki nilai parameter tampilan keringan pada metode *panning* yang lebih baik dibanding metode *steaming*. Sementara itu pada parameter warna seduhan, klon I.1.93 memiliki nilai yang lebih baik pada metode *steaming*, sedangkan klon I.2.34, I.4.113, II.1.98, dan II.3.38 memiliki nilai yang lebih baik pada metode

panning (Tabel 5). Hasil sidik ragam pada parameter rasa tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata baik itu antar varietas maupun antar metode pengolahan (Tabel 4).

Pada parameter aroma klon I.4.113, S3, GMBS 1, GMBS 2, dan GMBS 5 memiliki nilai yang lebih baik pada metode *panning*, sedangkan klon I.1.93, II.4.32, II.4.178, SGMBA, dan Yabukita memiliki nilai yang lebih baik pada metode *steaming*. Berbeda dengan parameter aroma, pada parameter tampilan ampas hanya terdapat satu klon dengan nilai yang berbeda nyata antar metode yaitu klon II.2.108. Klon itu memiliki nilai yang lebih baik pada metode *steaming*. Kemudian pada parameter kualitas teh hijau terdapat delapan klon (I.2.34, I.4.113, II.2.146, II.3.16, R3, S1, S3, dan GMBS 3) dengan nilai yang lebih baik pada metode *panning*, dan tidak terdapat klon yang memiliki nilai lebih baik pada metode *steaming* (Tabel 5).

Tabel 3. Stabilitas kualitas teh hijau 35 klon teh metode *panning* dan *steaming*

Klon	Tampilan keringan		Warna Seduhan		Rasa		Aroma		Tampilan ampas		Kualitas Teh Hijau	
	r	b _i	r	b _i	r	b _i	r	b _i	r	b _i	r	b _i
I,1,70	4,13	0,68	3,72	1,51	40,00	0,00	4,08	3,43*	4,20	-0,74	80,12	0,81
I,1,93	4,03	0,68	3,62	-2,20	40,83	0,82	3,90	-9,61	4,10	3,72	79,78	-0,54
I,1,100	4,00	1,36*	4,38	-0,12	39,67	-3,28	3,97	-1,37	4,32	-1,12	81,38	-0,77
I,1,101	4,08	1,61*	3,97	1,39	40,33	1,09	4,18	6,18*	4,18	1,12*	81,22	1,52*
I,2,34	3,95	1,95	3,97	1,85	41,00	1,64*	4,08	2,06*	4,15	-0,37	81,22	1,94*
I,2,45	3,93	1,02	3,52	3,13	40,83	2,46*	3,92	10,29	4,18	-1,12	79,38	2,55
I,2,85	4,07	0,68	3,85	1,27	42,67	2,73*	4,28	-6,18	4,27	-1,49	83,52	1,54*
1,2,188	3,92	-0,08	3,83	2,09	39,00	-1,64	3,92	-3,43	4,18	1,86*	78,45	-0,30
I,4,113	4,08	0,76	3,95	2,20	39,50	2,46	3,98	7,55	4,08	-1,12	79,73	2,12
II,1,3	3,88	1,10	4,03	2,09*	41,33	1,09*	4,18	2,06*	4,22	-2,61	81,88	1,61*
II,1,32	4,05	0,93	4,07	-0,46	41,67	-1,09	4,12	-2,06	4,17	3,72*	82,58	-0,47
II,1,38	4,03	1,36*	4,28	0,58	41,33	0,55	4,10	-2,75	4,08	3,35	82,65	0,60
II,1,60	3,68	2,12	4,12	3,13*	42,17	1,37*	4,13	-1,37	4,07	-1,49	81,97	2,20*
II,1,76	3,83	1,70	4,18	0,12	40,33	3,28	4,15	-0,69	4,03	0,74	80,75	1,86
II,1,98	4,07	0,51	4,00	2,32*	38,83	1,37	4,03	5,49	4,10	0,74	79,30	1,47
II,2,43	3,92	0,93	4,23	0,70	40,50	0,82	4,27	-5,49	4,23	0,00	81,95	0,68
II,2,108	4,00	0,34	4,18	1,04*	41,50	-3,55	4,12	-2,06	4,08	5,59	82,45	-1,33
II,2,146	4,03	0,68	4,10	1,39*	39,50	3,01	3,92	4,80	4,07	2,98	79,87	1,76
II,3,16	3,77	1,36	3,78	1,27	40,17	2,46	4,05	2,06	4,12	2,61	79,15	1,71
II,3,38	3,82	0,93	3,90	1,85	39,83	-1,37	4,13	4,12*	4,17	3,72*	79,58	0,24
II,4,149	4,00	0,17	4,37	0,00	40,17	-0,27	4,08	-0,69	4,10	5,21	81,63	-0,36
II,4,32	3,87	1,53	4,12	0,58	41,17	-0,27	4,17	-6,86	4,18	2,61*	81,82	0,26
II,4,178	3,92	0,76	4,15	-0,58	39,33	-1,09	4,00	-6,86	4,15	4,10	79,83	-0,73
R1	3,98	0,76	3,92	1,04	41,50	1,37*	4,05	2,06	4,30	-1,49	81,90	1,24*
R3	4,03	1,87*	4,00	0,00	39,17	4,10	4,13	5,49*	4,15	0,37	79,83	2,41
S1	4,00	0,00	3,67	1,39	40,83	2,46*	3,95	10,29	4,35	0,37	80,43	1,62
S2	4,02	1,61*	3,67	0,70	42,17	1,91*	4,10	-1,37	4,23	-1,49	81,88	1,56*
S3	3,88	1,78	3,45	-0,35	39,67	2,73	3,50	2,75	4,15	-1,86	76,97	1,80
SGMBA	3,88	0,93	3,87	1,39	41,50	1,37*	4,35	-13,04	3,97	1,49	81,38	0,77
YABUKITA	4,25	1,10*	4,37	0,93	41,33	0,55	4,02	-13,04	4,25	0,37	83,72	0,45
GMBS 1	3,93	0,00	3,83	1,16	41,00	1,64*	4,10	6,86*	4,07	1,49	80,63	1,07
GMBS 2	4,00	0,51	4,13	0,70	42,17	-0,27	4,05	7,55	4,17	3,72*	83,00	0,29
GMBS 3	4,02	1,78*	4,12	0,81	41,33	2,73*	3,97	12,35	4,12	-1,12	81,90	2,37
GMBS 4	4,02	0,42	3,92	1,04	41,50	2,46*	4,15	4,80*	4,18	0,37	81,97	1,51*
GMBS 5	3,98	1,10*	4,08	1,04*	39,83	1,37	3,95	11,67	4,17	0,74	80,27	1,53
Rata-rata	3,97		3,98		40,68		4,06		4,16		80,97	

Keterangan: * = stabil (memiliki nilai b_i ≥ 1 dan rata-rata lebih besar dari rata-rata total), r = rata-rata, b_i = koefisien regresi

Tabel 4. Rata-rata nilai tampilan keringan, warna seduhan, dan rasa

Nomor	Klon	Tampilan Keringan		Warna Seduhan		Rasa	
		<i>Panning</i>	<i>Steaming</i>	<i>Panning</i>	<i>Steaming</i>	<i>Panning</i>	<i>Steaming</i>
1	I,1,70	4,27 ^A _a	4,00 ^A _{ab}	3,93 ^A _{abc}	3,50 ^A _{ab}	40,00 ^A _a	40,00 ^A _a
2	I,1,93	4,17 ^A _a	3,90 ^A _{ab}	3,30 ^B _c	3,93 ^A _{ab}	41,33 ^A _a	40,33 ^A _a
3	I,1,100	4,27 ^A _a	3,73 ^B _{ab}	4,37 ^A _a	4,40 ^A _a	37,67 ^A _a	41,67 ^A _a
4	I,1,101	4,40 ^A _a	3,77 ^B _{ab}	4,17 ^A _{abc}	3,77 ^A _{ab}	41,00 ^A _a	39,67 ^A _a
5	I,2,34	4,33 ^A _a	3,57 ^B _{ab}	4,23 ^A _{abc}	3,70 ^B _{ab}	42,00 ^A _a	40,00 ^A _a
6	I,2,45	4,13 ^A _a	3,73 ^A _{ab}	3,97 ^A _{abc}	3,07 ^A _b	42,33 ^A _a	39,33 ^A _a
7	I,2,85	4,20 ^A _a	3,93 ^A _{ab}	4,03 ^A _{abc}	3,67 ^A _{ab}	44,33 ^A _a	41,00 ^A _a
8	I,2,188	3,90 ^A _a	3,93 ^A _{ab}	4,13 ^A _{abc}	3,53 ^A _{ab}	38,00 ^A _a	40,00 ^A _a
9	I,4,113	4,23 ^A _a	3,93 ^A _{ab}	4,27 ^A _{ab}	3,63 ^B _{ab}	41,00 ^A _a	38,00 ^A _a
10	II,1,3	4,10 ^A _a	3,67 ^A _{ab}	4,33 ^A _{ab}	3,73 ^A _{ab}	42,00 ^A _a	40,67 ^A _a
11	II,1,32	4,23 ^A _a	3,87 ^A _{ab}	4,00 ^A _{abc}	4,13 ^A _a	41,00 ^A _a	42,33 ^A _a
12	II,1,38	4,30 ^A _a	3,77 ^B _{ab}	4,37 ^A _a	4,20 ^A _a	41,67 ^A _a	41,00 ^A _a
13	II,1,60	4,10 ^A _a	3,27 ^B _b	4,57 ^A _a	3,67 ^A _{ab}	43,00 ^A _a	41,33 ^A _a
14	II,1,76	4,17 ^A _a	3,50 ^B _{ab}	4,20 ^A _{abc}	4,17 ^A _a	42,33 ^A _a	38,33 ^A _a
15	II,1,98	4,17 ^A _a	3,97 ^A _{ab}	4,33 ^A _{ab}	3,67 ^B _{ab}	39,67 ^A _a	38,00 ^A _a
16	II,2,43	4,10 ^A _a	3,73 ^A _{ab}	4,33 ^A _{ab}	4,13 ^A _a	41,00 ^A _a	40,00 ^A _a
17	II,2,108	4,07 ^A _a	3,93 ^A _{ab}	4,33 ^A _{ab}	4,03 ^A _{ab}	39,33 ^A _a	43,67 ^A _a
18	II,2,146	4,17 ^A _a	3,90 ^A _{ab}	4,30 ^A _{ab}	3,90 ^A _{ab}	41,33 ^A _a	37,67 ^A _a
19	II,3,16	4,03 ^A _a	3,50 ^B _{ab}	3,97 ^A _{abc}	3,60 ^A _{ab}	41,67 ^A _a	38,67 ^A _a
20	II,3,38	4,00 ^A _a	3,63 ^A _{ab}	4,17 ^A _{abc}	3,63 ^B _{ab}	39,00 ^A _a	40,67 ^A _a
21	II,4,149	4,03 ^A _a	3,97 ^A _{ab}	4,37 ^A _a	4,37 ^A _a	40,00 ^A _a	40,33 ^A _a
22	II,4,32	4,17 ^A _a	3,57 ^A _{ab}	4,20 ^A _{abc}	4,03 ^A _{ab}	41,00 ^A _a	41,33 ^A _a
23	II,4,178	4,07 ^A _a	3,77 ^A _{ab}	4,07 ^A _{abc}	4,23 ^A _a	38,67 ^A _a	40,00 ^A _a
24	R1	4,13 ^A _a	3,83 ^A _{ab}	4,07 ^A _{abc}	3,77 ^A _{ab}	42,33 ^A _a	40,67 ^A _a
25	R3	4,40 ^A _a	3,67 ^B _{ab}	4,00 ^A _{abc}	4,00 ^A _{ab}	41,67 ^A _a	36,67 ^A _a
26	S1	4,00 ^A _a	4,00 ^A _{ab}	3,87 ^A _{abc}	3,47 ^A _{ab}	42,33 ^A _a	39,33 ^A _a
27	S2	4,33 ^A _a	3,70 ^B _{ab}	3,77 ^A _{abc}	3,57 ^A _{ab}	43,33 ^A _a	41,00 ^A _a
28	S3	4,23 ^A _a	3,53 ^A _{ab}	3,40 ^A _{bc}	3,50 ^A _{ab}	41,33 ^A _a	38,00 ^A _a
29	SGMBA	4,07 ^A _a	3,70 ^A _{ab}	4,07 ^A _{abc}	3,67 ^A _{ab}	42,33 ^A _a	40,67 ^A _a
30	Yabukita	4,47 ^A _a	4,03 ^A _a	4,50 ^A _a	4,23 ^A _a	41,67 ^A _a	41,00 ^A _a
31	GMBS 1	3,93 ^A _a	3,93 ^A _{ab}	4,00 ^A _{abc}	3,67 ^A _{ab}	42,00 ^A _a	40,00 ^A _a
32	GMBS 2	4,10 ^A _a	3,90 ^A _{ab}	4,23 ^A _{abc}	4,03 ^A _{ab}	42,00 ^A _a	42,33 ^A _a
33	GMBS 3	4,37 ^A _a	3,67 ^A _{ab}	4,23 ^A _{abc}	4,00 ^A _{ab}	43,00 ^A _a	39,67 ^A _a
34	GMBS 4	4,10 ^A _a	3,93 ^A _{ab}	4,07 ^A _{abc}	3,77 ^A _{ab}	43,00 ^A _a	40,00 ^A _a
35	GMBS 5	4,20 ^A _a	3,77 ^A _{ab}	4,23 ^A _{abc}	3,93 ^A _{ab}	40,67 ^A _a	39,00 ^A _a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%; huruf kapital menunjukkan perbedaan antar metode; huruf kecil menunjukkan perbedaan antar klons pada masing-masing metode

Tabel 5. Rata-rata nilai aroma, tampilan ampas, dan kualitas teh hijau

Nomor	Klon	Aroma		Tampilan Ampas		Nilai Total	
		<i>Panning</i>	<i>Steaming</i>	<i>Panning</i>	<i>Steaming</i>	<i>Panning</i>	<i>Steaming</i>
1	I,1,70	4,17 ^{A_a}	4,00 ^{A_a}	4,23 ^{A_a}	4,17 ^{A_a}	81,40 ^{A_a}	78,83 ^{A_a}
2	I,1,93	3,67 ^{B_a}	4,13 ^{A_a}	3,93 ^{A_a}	4,27 ^{A_a}	78,93 ^{A_a}	80,63 ^{A_a}
3	I,1,100	3,93 ^{A_a}	4,00 ^{A_a}	4,37 ^{A_a}	4,27 ^{A_a}	80,17 ^{A_a}	82,60 ^{A_a}
4	I,1,101	4,33 ^{A_a}	4,03 ^{A_a}	4,13 ^{A_a}	4,23 ^{A_a}	83,63 ^{A_a}	78,80 ^{A_a}
5	I,2,34	4,13 ^{A_a}	4,03 ^{A_a}	4,17 ^{A_a}	4,13 ^{A_a}	84,30 ^{A_a}	78,13 ^{B_a}
6	I,2,45	4,17 ^{A_a}	3,67 ^{A_a}	4,23 ^{A_a}	4,13 ^{A_a}	83,43 ^{A_a}	75,33 ^{A_a}
7	I,2,85	4,13 ^{A_a}	4,43 ^{A_a}	4,33 ^{A_a}	4,20 ^{A_a}	85,97 ^{A_a}	81,07 ^{A_a}
8	I,2,188	3,83 ^{A_a}	4,00 ^{A_a}	4,10 ^{A_a}	4,27 ^{A_a}	77,97 ^{A_a}	78,93 ^{A_a}
9	I,4,113	4,17 ^{A_a}	3,80 ^{B_a}	4,13 ^{A_a}	4,03 ^{A_a}	83,10 ^{A_a}	76,37 ^{B_a}
10	II,1,3	4,23 ^{A_a}	4,13 ^{A_a}	4,33 ^{A_a}	4,10 ^{A_a}	84,43 ^{A_a}	79,33 ^{A_a}
11	II,1,32	4,07 ^{A_a}	4,17 ^{A_a}	4,00 ^{A_a}	4,33 ^{A_a}	81,83 ^{A_a}	83,33 ^{A_a}
12	II,1,38	4,03 ^{A_a}	4,17 ^{A_a}	3,93 ^{A_a}	4,23 ^{A_a}	83,60 ^{A_a}	81,70 ^{A_a}
13	II,1,60	4,10 ^{A_a}	4,17 ^{A_a}	4,13 ^{A_a}	4,00 ^{A_a}	85,47 ^{A_a}	78,47 ^{B_a}
14	II,1,76	4,13 ^{A_a}	4,17 ^{A_a}	4,00 ^{A_a}	4,07 ^{A_a}	83,70 ^{A_a}	77,80 ^{A_a}
15	II,1,98	4,17 ^{A_a}	3,90 ^{A_a}	4,07 ^{A_a}	4,13 ^{A_a}	81,63 ^{A_a}	76,97 ^{A_a}
16	II,2,43	4,13 ^{A_a}	4,40 ^{A_a}	4,23 ^{A_a}	4,23 ^{A_a}	83,03 ^{A_a}	80,87 ^{A_a}
17	II,2,108	4,07 ^{A_a}	4,17 ^{A_a}	3,83 ^{B_a}	4,33 ^{A_a}	80,33 ^{A_a}	84,57 ^{A_a}
18	II,2,146	4,03 ^{A_a}	3,80 ^{A_a}	3,93 ^{A_a}	4,20 ^{A_a}	82,67 ^{A_a}	77,07 ^{B_a}
19	II,3,16	4,10 ^{A_a}	4,00 ^{A_a}	4,00 ^{A_a}	4,23 ^{A_a}	81,87 ^{A_a}	76,43 ^{B_a}
20	II,3,38	4,23 ^{A_a}	4,03 ^{A_a}	4,00 ^{A_a}	4,33 ^{A_a}	79,97 ^{A_a}	79,20 ^{A_a}
21	II,4,149	4,07 ^{A_a}	4,10 ^{A_a}	3,87 ^{A_a}	4,33 ^{A_a}	81,07 ^{A_a}	82,20 ^{A_a}
22	II,4,32	4,00 ^{B_a}	4,33 ^{A_a}	4,07 ^{A_a}	4,30 ^{A_a}	82,23 ^{A_a}	81,40 ^{A_a}
23	II,4,178	3,83 ^{B_a}	4,17 ^{A_a}	3,97 ^{A_a}	4,33 ^{A_a}	78,67 ^{A_a}	81,00 ^{A_a}
24	R1	4,10 ^{A_a}	4,00 ^{A_a}	4,37 ^{A_a}	4,23 ^{A_a}	83,87 ^{A_a}	79,93 ^{A_a}
25	R3	4,27 ^{A_a}	4,00 ^{A_a}	4,13 ^{A_a}	4,17 ^{A_a}	83,67 ^{A_a}	76,00 ^{B_a}
26	S1	4,20 ^{A_a}	3,70 ^{A_a}	4,33 ^{A_a}	4,37 ^{A_a}	83,00 ^{A_a}	77,87 ^{B_a}
27	S2	4,07 ^{A_a}	4,13 ^{A_a}	4,30 ^{A_a}	4,17 ^{A_a}	84,37 ^{A_a}	79,40 ^{A_a}
28	S3	3,57 ^{A_a}	3,43 ^{B_a}	4,23 ^{A_a}	4,07 ^{A_a}	79,83 ^{A_a}	74,10 ^{B_a}
29	SGMBA	4,03 ^{B_a}	4,67 ^{A_a}	3,90 ^{A_a}	4,03 ^{A_a}	82,60 ^{A_a}	80,17 ^{A_a}
30	Yabukita	3,70 ^{B_a}	4,33 ^{A_a}	4,23 ^{A_a}	4,27 ^{A_a}	84,43 ^{A_a}	83,00 ^{A_a}
31	GMBS 1	4,27 ^{A_a}	3,93 ^{B_a}	4,00 ^{A_a}	4,13 ^{A_a}	82,33 ^{A_a}	78,93 ^{A_a}
32	GMBS 2	4,23 ^{A_a}	3,87 ^{B_a}	4,00 ^{A_a}	4,33 ^{A_a}	83,47 ^{A_a}	82,53 ^{A_a}
33	GMBS 3	4,27 ^{A_a}	3,67 ^{A_a}	4,17 ^{A_a}	4,07 ^{A_a}	85,67 ^{A_a}	78,13 ^{B_a}
34	GMBS 4	4,27 ^{A_a}	4,03 ^{A_a}	4,17 ^{A_a}	4,20 ^{A_a}	84,37 ^{A_a}	79,57 ^{A_a}
35	GMBS 5	4,23 ^{A_a}	3,67 ^{B_a}	4,13 ^{A_a}	4,20 ^{A_a}	82,70 ^{A_a}	77,83 ^{A_a}

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%; huruf kapital menunjukkan perbedaan antar metode; huruf kecil menunjukkan perbedaan antar klons pada masing-masing metode

4. Pembahasan

Kiblat teh hijau saat ini adalah Negara China dan Jepang dengan dua metode pengolahan yang berbeda (Prawira-Atmaja & Rohdiana 2019). China identik dengan metode pengolahan *panning*, sementara Jepang identik dengan metode pengolahan *Steaming* (Syamsudin *et al.* 2021). Untuk dapat menyaingi kualitas teh hijau yang dihasilkan dari kedua negara tersebut diperlukan

klon-klon teh tipe sinensis yang memiliki penampilan parameter kualitas teh hijau yang baik dan stabil pada dua metode pengolahan tersebut.

Pada analisis PCA menunjukkan klon-klon yang baik pada metode *panning* yaitu klon I.1.101, I.2.34, I.2.85, II.1.3, II.1.60, II.1.76, R1, R3, S2, dan GMBS 4, sedangkan klon yang baik pada metode *steaming* adalah klon I.1.100, II.1.32, II.1.38, II.2.43, II.4.32, SGMBA, Yabukita, dan GMBS 2. Selain klon-klon yang memiliki penampilan baik pada salah satu

metode pembuatan teh hijau, terdapat pula klon-klon dengan penampilan parameter kualitas teh hijau yang stabil pada dua metode pengolahan. Uji stabilitas sangat diperlukan oleh seorang pemulia untuk mendukung kegiatan seleksi (Purbokurniawan *et al.* 2014). Dari uji stabilitas, seorang pemulia dapat menentukan klon-klon mana saja dengan penampilan parameter kualitas teh hijau yang stabil. Klon dengan parameter kualitas teh hijau yang terbilang stabil adalah klon I.1.101 dan klon II.1.3.

Pada penelitian ini pelayuan metode *panning* dilakukan menggunakan RD selama 7 menit pada suhu 150 °C, sedangkan untuk metode *steaming* pelayuan dilakukan menggunakan *setamer* selama 5 menit dengan tekanan 4 bar dan suhu $\pm$ 200 °C. Menurut (Ng *et al.* 2020) perbedaan proses terutama suhu dan waktu pada saat pelayuan berperan terhadap penampilan keringan teh hijau yang dihasilkan. Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil penelitian dimana sidik ragam gabungan menunjukkan adanya interaksi antara klon dengan metode pengolahan pada parameter tampilan keringan. Artinya penampilan tampilan keringan teh hijau merupakan interaksi antara klon dengan metode pengolahan yang digunakan.

Parameter lain yang diuji untuk menentukan kualitas teh hijau adalah warna seduhan. Parameter warna seduhan merupakan penilaian terhadap warna yang muncul pada seduhan teh kering. Pada penelitian ini penampilan warna seduhan dipengaruhi oleh klon dan metode pengolahannya. Menurut (Roshanak *et al.* 2016) warna seduhan dipengaruhi oleh kandungan klorofil daun. Klon-klon dengan kandungan klorofil daun yang banyak diduga akan memiliki warna seduhan yang baik.

Klorofil merupakan senyawa kimia yang terdapat pada daun teh. Secara umum, kandungan senyawa kimia dalam daun teh digolongkan menjadi empat kelompok besar yaitu golongan fenol, golongan bukan fenol, golongan aromatis, dan enzim (Zauharoh *et al.* 2020). Senyawa kimia golongan fenol berpengaruh terhadap rasa teh (Prawira-Atmaja & Rohdiana 2019). Pada penelitian ini parameter rasa tidak menunjukkan adanya interaksi antara klon dan metode. Menurut (Bose *et al.* 2014) parameter yang tidak menunjukkan adanya interaksi klon dan metode diduga dipengaruhi oleh faktor mandiri baik itu klon atau metode pengolahan. Namun demikian pada parameter rasa selain tidak ada interaksi antara klon dan metode juga tidak terdapat perbedaan yang nyata baik antar varietas maupun antar metode pengolahan.

Menurut (Adhikary *et al.* 2023) metode pengolahan yang teh hijau yang lebih efektif adalah metode *steaming*. Pemberian uap panas pada

metode *steaming* mampu menembus ke bagian sitoplasma sehingga inaktivasi enzim polifenol menjadi lebih efektif, sehingga aroma menjadi harum dan kuat. Namun, demikian pada penelitian ini terdapat klon-klon yang memiliki nilai parameter aroma yang lebih baik pada metode *panning* dibanding metode *steaming*. Dengan demikian, diduga terdapat pengaruh klon terhadap aroma yang dihasilkan salah satunya adalah kandungan asam galat. Ketika terjadi proses pengeringan, asam galat akan teroksidasi menjadi senyawa thearubigin (TR). Senyawa thearubigin bertanggungjawab pada aroma harum yang ada pada seduhan teh (Feriansari *et al.* 2022).

Parameter kelima yang menjadi standar penilaian terhadap kualitas teh hijau berdasarkan SNI adalah tampilan ampas. Pada parameter tampilan ampas penilaian dinyatakan terhadap warna yang mencakup kerataan warnanya (Prayoga *et al.* 2022). Pada penelitian ini terdapat interaksi antara klon dan metode pengolahan, dimana hasil uji lanjut menunjukkan bahwa hanya klon II.2.108 yang spesifik metode. Klon II.2.108 memiliki tampilan ampas yang baik pada metode pengolahan *steaming*.

Kelima parameter yang diuji memiliki sumbangsih terhadap nilai total kualitas teh hijau. Secara umum hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat delapan klon (I.2.34, I.4.113, II.2.146, II.3.16, R3, S1, S3, dan GMBS 3) yang memiliki nilai kualitas teh hijau yang lebih baik pada metode *panning*, namun tidak ada satu pun klon yang memiliki nilai lebih baik pada metode *steaming*. Hal itu menunjukkan bahwa pada 35 klon yang diuji metode *panning* memberikan hasil yang lebih baik. Namun, demikian pengaruh dari klon perlu dipertimbangkan karena pengaruh dari setiap klon terlihat nyata. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pemilihan klon dan metode pengolahan teh hijau untuk mendapatkan teh hijau yang berkualitas.

5. Kesimpulan

Klon I.1.101, I.2.34, I.2.85, II.1.3, II.1.60, R1, S2, GMBS 3, dan GMBS 4 memiliki kualitas teh hijau yang stabil pada dua metode pengolahan yaitu *panning* dan *steaming*. Sementara itu klon I.2.34, I.4.113, II.2.146, II.3.16, R3, S1, S3, dan GMBS 3 akan menunjukkan kualitas teh hijau yang baik apabila diolah dengan metode *panning*, sedangkan klon I.1.93, II.2.108, II.4.32, II.4.178, SGMBA, dan Yabukita akan menunjukkan kualitas teh hijau yang baik apabila diolah dengan metode *steaming*.

6. Ucapan Terimakasih

Ucapan Terimakasih disampaikan pada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) atas penyelenggaraan program Manajemen Talenta *Visiting Researchers* tahun 2022-2023.

7. Pernyataan Konflik Kepentingan (*Declaration of Conflicting Interests*)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

8. Daftar Pustaka

- Adhikary B, Kashyap B, Gogoi RC, Sabhapondit S, Babu A, Deka B, Pramanik P, Das B. 2023. Green tea processing by pan-firing from region-specific tea (*Camellia sinensis* L.) cultivars - a novel approach to sustainable tea production in Dooars region of North Bengal. *Food Chem Adv.* 2 (December 2022):100181.
- Bose LK, Jambhulkar NN, Pande K, Singh ON. 2014. Use of AMMI and other stability statistics in the simultaneous selection of rice genotypes for yield and stability under direct-seeded conditions. *Chil J Agric Res.* 74(1):3-9.
- BPS. 2023. Statistik Teh Indonesia. Jakarta: Badan Pusat Statistik
- Feriansari V, Dedy Prijatna, Sugeng Harianto, M. Iqbal Prawira Atmadja, Muhaemin M. 2022. Otomatisasi Ruang Pelayuan Teh Hijau Metode Steaming dengan Kendali Mikrokontroler di PPTK Gambung. *J Sains Teh dan Kina.* 1(1):21-27.
- Finlay KW, Wilkinson GN. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Aust J Agric Res.* 14(6):742-754.
- Ng KS, Mohd Zin Z, Mohd Maidin N, Zainol MK. 2020. Effect of Steaming Time on Antioxidant Properties of Napier Grass Herbal Tea by Green Tea Processing Method. *Food Res.* 4(2):175-183.
- Nuryana I, Ratnakomala S, Fahrurrozi F, Juanssilfero AB, Andriani A, Putra FJN, Zauharoh R, Fadholah A, Khotimah MSH. 2020. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Teh Hijau (*Camellia Sinensis* .L) Terhadap Penyembuhan Luka Sayat Pada Kulit Tikus. *Pharmasipha.* 4(2):24.
- Rezamela E, Wulansari R, Atmaja MIP, Lisdiyanti P. 2021. Catechin Contents, Antioxidant and Antibacterial Activities of Different Types of Indonesian Tea (*Camellia sinensis*). *Ann Bogor.* 24(2):106-113.
- Prawira-Atmaja MI, Rohdiana D. 2019. Diversifikasi Produk Berbasis Teh pada Industri Pangan, Farmasi, dan Kosmetik. *Perspektif.* 17(2):150-165.
- Prayoga MK, Syahrian H, Rahadi VP, Atmaja MIP, Maulana H, Anas. 2022. Quality diversity of 35 tea clones (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) processed for green tea. *Biodiversitas.* 23(2):810-816.
- Purbokurniawan, Purwoko BS, Wurnas D, Dewi IS. 2014. Potensi dan stabilitas hasil, serta adaptabilitas galur-galur padi gogo tipe baru hasil kultur antera. *Indonesian J Agron.* 42(1):9-16.
- Roshanak S, Rahimmalek M, Goli SAH. 2016. Evaluation of seven different drying treatments in respect to total flavonoid, phenolic, vitamin C content, chlorophyll, antioxidant activity and color of green tea (*Camellia sinensis* or *C. assamica*) leaves. *J Food Sci Technol.* 53(1):721-729.
- Sheibani E. 2014. Effects of water chemistry and panning on flavor volatiles and catechins in teas (*Camellia sinensis*). [PhD Tesis]. Virginia: Polytechnic Institute and State University.
- Singh V, Verna DK, Gurupreet Singh. 2014. Processing Technology and Health Benefits of Green Tea. *Popular Kheti.* 2(1):23-30.
- Sita K, Rohdiana D. 2021. Analisis Kinerja dan Prospek Komoditas Teh. *Radar Opini dan Anal Perkeb.* 2(1):1-12.
- Sugandi WK, Sita K, Herwanto T, Habsari S. 2022. Energy Analysis on the Processing of Green Tea. *J Tek Pertan Lampung.* 11(2):206-217.
- Syamsudin RAMR, Fadhlillah FM, Perdana F, Rustamsyah A, Inayah AA, Aziz MZA. 2021. Pengaruh Metode Pemrosesan Terhadap Karakteristik, Kadar Fenol, Kadar Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Teh Tradisional Garut (Teh Kejek). *J Ilm Farm Bahari.* 12(1):69-79.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Intensitas Serangan *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith pada
Pertanaman Jagung di Kecamatan Mendo Barat Kabupaten Bangka*****The Intensity of New Pest Attacks *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith
on Corn Plantation in Mendo Barat District, Bangka Regency*****Rion Apriyadi^{1*}, Riska Yuni Marlinda¹, Sitti Nurul Aini¹, Gigih Ibnu Prayoga¹**¹ Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi, Universitas Bangka Belitung. Jl. Raya Balunijuk, Bangka 33215

Received: December 27, 2023 /Received in revised : December 28, 2023/ Accepted: December 31, 2023

ABSTRACT

Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) is a new pest species in Indonesia which has the potential to attack corn plantation in Mendo Barat District because it has the highest harvested corn area in Bangka Regency. The purpose of this study was to determine the attack intensity, Symptom Characteristics and distribution of *S. frugiperda* on corn plantations in Mendo Barat District, Bangka Regency. The study had been conducted in November 2019 to February 2020 using the observation method. Study sites and sampling techniques was carried out by using purposive sampling technique. The results showed *S. frugiperda* larvae had the same characteristics as those found in Africa, namely the inverted Y pattern on the head, four black dots on the eighth dorsal segment, thick bands on the lateral part and three bright lines on the upper body. Symptoms of an attack in the early vegetative phase of corn were transparent holes in the leaves and shoots, while in the reproductive phase were damaged cob and corn kernels. The number of caterpillars, the highest number of plants attacked and damaged were found in Petaling Banjar Village by 55% intensity of severe attacks. The intensity of relative damage was at 31.6%. Most of the plants attacked and damaged by *S. frugiperda* were found mostly in the tasseling and silking (R1) phase and monoculture planting systems. We conclude the *S. frugiperda* attacked the corn plants in Mendo Barat District and caused various kinds of damage in accordance with the growing stage of corn plants.

Keywords: Attack intensity; Corn; Fall armyworm; Silking; Tasseling**ABSTRAK**

Spodoptera frugiperda J.E. Smith merupakan spesies hama yang baru ditemukan di Indonesia. Keberadaan hama ini berpotensi menyerang pertanaman jagung di kabupaten Bangka khususnya di Kecamatan Mendo Barat yang memiliki luas lahan panen tertinggi. Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mempelajari karakteristik, gejala serangan, intensitas dan sebaran serangan *S. frugiperda* pada pertanaman jagung di Kecamatan Mendo Barat - Kabupaten Bangka. Penelitian ini menggunakan metode observasi dengan teknik penentuan lokasi dan pengambilan sampel dilakukan secara purposive. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva *S. frugiperda* memiliki karakteristik pola huruf Y terbalik pada kepala, empat titik hitam pada segmen ke delapan, pita tebal pada bagian lateral dan tiga garis terang pada tubuh bagian atas. Terbentuknya lubang transparan pada daun dan pucuk tanaman umumnya ditemukan pada fase vegetatif awal sedangkan pada fase reproduktif berupa kerusakan pada bagian telinga dan tempat munculnya rambut tongkol serta adanya kerusakan pada biji jagung yang sedang tumbuh. Desa Petaling Banjar merupakan lokasi pengamatan dengan rerata Jumlah ulat, rata-rata jumlah tanaman terserang dan jumlah tanaman rusak tertinggi dengan intensitas serangan sebesar 55% yang

*Korespondensi Penulis.

E-mail : rion-apriyadi@ubb.ac.idDOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i2.594>

termasuk kedalam kategori serangan berat. Intensitas kerusakan relatif pada pertanaman jagung di Kecamatan Mendo Barat termasuk kategori ringan yaitu 31,6 % . Rata-rata tanaman terserang dan tanaman rusak tertinggi terdapat pada pertanaman jagung fase tasseling dan silking (R1) serta sistem tanam monokultur.

Kata kunci: Jagung; Intensitas serangan; S. frugiperda; Silking; Tasseling

1. Pendahuluan

Serangan OPT hama pada tanaman jagung adalah sebuah dinamika agroekosistem yang relatif kompleks. Serangan hama pada tanaman dapat menimbulkan kerugian baik kuantitas maupun kualitas sampai dengan kehilangan hasil panen (Leatemia & Rumthe, 2011). Salah satu hama penting yang ditemukan berada pada pertanaman jagung adalah ulat grayak. Tanaman jagung dapat mengalami kerusakan hingga mencapai 50 persen akibat serangan ulat grayak *Spodoptera* sp. (Riswan, 2018). Salah satu jenis ulat grayak jagung yang mampu menyebabkan kerusakan serius pada semua stadia umur tanaman jagung adalah *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith atau Fall Armyworm (FAW) (Kementerian Pertanian, 2019).

Ulat grayak jagung merupakan spesies hama baru yang ditemukan di Indonesia. FAW berasal dari daerah tropis di Amerika Serikat hingga Argentina (FAO, 2018). Tanaman jagung, padi, sorgum, jewawut, tebu, sayuran, dan kapas adalah beberapa jenis tanaman yang menjadi target serangan FAW. FAW telah menjadi sebuah kasus penting yang mendapat perhatian serius di berbagai negara produsen jagung. Hama ini menjadi perhatian karena mempunyai kemampuan dispersi yang tinggi, fase imago mampu terbang hingga 100 km dalam satu malam, kecepatan reproduksi tinggi serta daya rusak yang tinggi (Baudron et al., 2019).

FAW diketahui telah menyebabkan kerugian besar pada pertanaman jagung diberbagai wilayah di Indonesia. (Nonci et al., 2019) menyatakan bahwa pada awal tahun 2019 di Indonesia telah dilaporkan bahwa FAW telah merusak pertanaman jagung di Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat dengan tingkat serangan yang terkategori berat. Rata-rata serangan berat yang ditemukan memiliki populasi larva antara 2-10 ekor pertanaman. Infestasi ulat grayak pada tanaman jagung saat daun muda yang masih menggulung menyebabkan kehilangan hasil 15-73% jika populasi tanaman terserang 55-100% (Nonci et al., 2019). Beberapa penelitian mengenai FAW telah dilakukan diantaranya adalah penelitian (Maharani et al., 2019) yang menyatakan bahwa telah ditemukan serangan FAW di Kabupaten Bandung, Garut dan Sumedang dengan populasi yang cukup tinggi menyerang titik tumbuh tanaman jagung sehingga mengakibatkan kegagalan pembentukan pucuk/daun muda tanaman. Menurut (Trisyono, Suputa, Aryuwandari, Hartaman, & Jumari, 2019)

FAW telah menyerang sekitar seribu hektar pertanaman jagung di Karo, Sumatera Utara dan di wilayah Provinsi Lampung.

Keberadaan FAW di daerah Kecamatan Mendo Barat belum dilaporkan secara spesifik dan ilmiah. Berdasarkan (Badan Pusat Statistik, 2018), Kecamatan Mendo Barat memiliki luas lahan panen tanaman jagung paling tinggi di Kabupaten Bangka yaitu 27 ha. Kondisi tersebut berpotensi bagi eksistensi serangan FAW di lapangan. Serangan hama merupakan bagian dari interaksi antara komponen dan campur tangan manusia dalam mengelolanya sehingga perlu memahami masalah yang ditimbulkan sebagai dasar cara mengatasi dengan efisien, efektif dan ramah lingkungan (Triwibowo H & Jumani, 2014). Pengamatan karakteristik dan intensitas serangan FAW perlu dilakukan untuk memperkuat data dasar serangan FAW di Kabupaten Bangka, terutama di sentra produksi jagung kecamatan Mendo Barat.

2. Bahan dan Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu alat tulis, kamera, tali rafia, cup plastik, jarum serangga dan styrofoam. Sampel yang digunakan dalam penelitian adalah tanaman jagung pada berbagai stadia pertumbuhan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode observasi, pengumpulan data dilakukan menggunakan teknik survei. Teknik penentuan lokasi penelitian dan pengambilan sampel dilakukan dengan metode purposive sampling. Penentuan lokasi didasarkan pada hasil survei awal dan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka tahun 2018 tentang luas panen dan produksi tanaman jagung di Kecamatan Mendo Barat.

2.1. Penentuan Lokasi Pengamatan

Penentuan delapan desa sebagai lokasi pengamatan didasarkan pada kriteria luas panen dan produksi tanaman jagung paling tinggi serta potensi waktu tanam jagung yang bertepatan dengan waktu penelitian berdasarkan hasil penelusuran kondisi budidaya tanaman ke masyarakat secara langsung. Masing-masing desa dipilih 3 kebun petani sebagai lokasi pengamatan berdasarkan kriteria yaitu petani yang memiliki luas pertanaman jagung paling tinggi diantara kebun lainnya dengan luas minimal 100 m² dengan jarak antara kebun dengan lainnya >100 m. Desa

terpilih melalui teknik purposive sampling sebagai lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas panen dan produksi tanaman jagung di delapan desa lokasi penelitian

Desa	Luas Panen (ha)	Produksi (Ton)
Air Duren	3	9
Kace Timur	3	9
Petaling Banjar	2	6
Kace	2	6
Petaling	1,8	5,4
Rukam	1,7	5,1
Zed	1,5	4,5
Kemuja	1	3

Sumber: BPS Kabupaten Bangka (2018)

2.2. Parameter yang diamati

2.2.1. Karakteristik gejala serangan *S. frugiperda*.

Pengamatan dilakukan secara visual dengan mengamati larva yang terdapat pada tanaman jagung dan bentuk-bentuk kerusakan yang ditimbulkan. Tanaman jagung yang diamati yaitu pada semua stadia umur tanaman jagung dan diambil sebanyak 10 tanaman sampel pada setiap plot.

2.2.2. Jumlah ulat per plot.

Pengamatan jumlah ulat per plot pada setiap tanaman jagung dalam plot diambil dan dihitung jumlahnya kemudian dibandingkan jumlah ulat terbanyak antar kebun petani pada setiap desa lokasi pengamatan untuk melihat sebaran *S. frugiperda* dalam wilayah tertentu.

2.2.3. Identifikasi *S. frugiperda*

Pengambilan larva sampel dilakukan secara langsung pada tanaman jagung yang menunjukkan gejala kerusakan. Data morfologi meliputi pola kepala, pola dan warna dari tubuh. Ciri khas larva *S. frugiperda* yaitu memiliki kepala berwarna gelap terdapat bentukan Y terbalik berwarna terang di bagian depan kepala dan terlihat empat titik hitam yang membentuk persegi di abdomen segmen ke 8, setiap titik hitam memiliki rambut pendek. Bagian tubuh *S. frugiperda* memiliki ciri khas terdapat garis kuning terang di bagian atas tubuh diikuti garis gelap di bagian samping.

2.2.4. Sebaran serangan *S. frugiperda*

Serangan *S. frugiperda* diperoleh dari hasil pengamatan pada masing-masing desa lokasi penelitian dengan melihat terdapatnya dominasi

serangan *S. frugiperda* pada stadia umur dan pola tanam tanaman jagung.

2.2.5. Intensitas serangan *S. frugiperda*

Pengamatan serangan *S. frugiperda* dilapangan dilakukan secara visual berdasarkan gejala serangan dengan menghitung jumlah tanaman yang terserang terhadap total tanaman sampel. Perhitungan persentase intensitas serangan *S. frugiperda* dihitung dengan rumus menurut Natawigena (1989) dalam (Husin, 2018) adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan: I= Intensitas serangan, n= Jumlah tanaman yang terserang, N= Jumlah tanaman yang diamati.

2.2.6. Intensitas kerusakan mutlak

Pengamatan dilakukan dengan cara mengumpulkan data pengamatan sampel yang diperoleh berdasarkan perhitungan jumlah tanaman yang memiliki tanda-tanda kerusakan pada daun maupun tongkol akibat *S. frugiperda* dalam satu plot. Perhitungan intensitas kerusakan mutlak dapat dihitung dengan rumus menurut Natawigena (1989) dalam (Husin, 2017) adalah sebagai berikut:

$$IKM = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan: IKM= Intensitas kerusakan mutlak, a = Jumlah tanaman sampel yang rusak, b= Jumlah tanaman sampel yang tidak rusak.

2.2.7. Intensitas kerusakan relatif (IKR)

IKR diperoleh dengan menghitung kerusakan sesuai dengan tipe kerusakan yang diakibatkan oleh *S. frugiperda* menurut (Leatemia & Rumthe, 2011) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum (n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan: P = Intensitas kerusakan, N=Jumlah tanaman rusak dari tiap kategori serangan, V= Nilai skala dari tiap kategori serangan, Z= Nilai skala dari kategori serangan tertinggi, N= Jumlah sampel yang diamati.

Skala penilaian kategori seranganyaitu : 0 = tidak ada serangan, 1 = tingkat kerusakan 1-20%, 3 = tingkat kerusakan 21-40%, 5 = tingkat kerusakan

41-69%, 7 = tingkat kerusakan 61-80%, 9 = tingkat kerusakan 80%-100%. Karakteristik dan intensitas serangan *fallarmyworm* (*S. frugiperda*) dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Data kuantitatif seperti jumlah tanaman terserang, tanaman rusak, intensitas serangan dan intensitas kerusakan yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data kualitatif seperti karakteristik dan identifikasi disajikan dalam bentuk narasi dan dokumentasi berupa foto atau infografis.

Pada metode *steaming* pucuk teh dilayukan dengan menggunakan uap panas (Singh *et al.* 2014). Sebanyak 500 gram pucuk teh (p+3) dikukus selama lima menit dengan tekanan 4 bar dan suhu ± 200 °C. Selanjutnya pucuk teh dikering anginkan selama 1 jam dan setelah itu dilakukan pengeringan pertama menggunakan wajan dengan suhu 100 °C selama 14 menit. Setelah itu, pucuk teh kemudian digulung secara manual menggunakan tangan

selama 15 menit dan selanjutnya dilakukan pengeringan akhir menggunakan *tray drayer* dengan suhu 100 °C selama 30 menit.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Lokasi Pengamatan

Berdasarkan hasil survei awal yang telah dilakukan di Kecamatan Mendo Barat delapan desa yang terpilih yaitu Desa Kemuja, Zed, Petaling, Petaling Banjar, Air Duren, Kace, Kace Timur dan Rukam yang dianggap memiliki pertanaman jagung paling banyak dan bertepatan dengan pelaksanaan penelitian. Masing-masing lokasi pengamatan memiliki luas lahan, sistem tanam dan umur tanaman yang berbeda-beda seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi area pengamatan *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith

Nama Desa	Titik Pengamatan	Ukuran Lahan (m)	Sistem Tanam	Tanaman Tumpang Sari	Umur Tanaman Jagung
Kemuja	Km 1	30 X 10	M	-	86 HST
	Km 2	13 X 10	T	Cabai	30 HST
	Km 3	40 X 60	M	-	56 HST
Zed	Zd 1	40 X 60	M	-	45 HST
	Zd 2	40 X 60	M	-	56 HST
	Zd 3	40 X 60	M	-	28 HST
Petaling	Pt 1	30 X 40	M	-	50 HST
	Pt 2	40 X 20	M	-	60 HST
	Pt 3	35 X 20	T	Cabai	64 HST
Petaling Banjar	Pb 1	40 X 20	T	Cabai	64 HST
	Pb 2	50 X 100	T	Porang	35 HST
	Pb 3	50 X 18	M	-	66 HST
Air Duren	Ad 1	15 X 20	M	-	35 HST
	Ad 2	15 X 20	M	-	30 HST
	Ad 3	25 X 15	M	-	35 HST
Kace	Kc 1	40 X 60	M	-	30 HST
	Kc 2	15 X 20	T	Labu	60 HST
	Kc 3	35 X 30	M	-	30 HST
Kace Timur	Kt 1	50 X 40	M	-	65 HST
	Kt 2	50 X 40	M	-	68 HST
	Kt 3	40 X 60	M	-	45 HST
Rukam	Rk 1	50 X 40	T	Cabai	65 HST
	Rk 2	15 X 10	M	-	65 HST
	Rk 3	15 X 10	M	-	65 HST

Keterangan: T : Tumpang Sari M: Monokultur

3.2. Karakteristik Gejala Serangan *S. frugiperda*

Tanaman jagung yang diserang *S. frugiperda* mulai dari umur muda (fase vegetatif) hingga fase reproduktif. Menurut (Mallapur, Naik, Hagari, & Prabhu, 2018) larva *S. frugiperda* lebih banyak ditemukan pada tahap vegetatif awal daripada pada tahap vegetatif akhir dan reproduktif. (Santos, Ruiz-Sanches, & Mijangos-Cortes, 2020) menyatakan rendahnya kerusakan daun pada tanaman fase vegetatif diduga karena sifat fisik, kimia dan fase perkembangan daun. Gejala serangan *S. frugiperda* yang ditemukan pada tanaman jagung yang masih pada fase vegetatif berupa adanya lubang transparan pada epidermis daun bekas gerakan larva, terdapat serbuk kasar menyerupai serbuk gergaji dan sisa kotoran larva pada atas permukaan daun. Hal tersebut sesuai dengan pendapat (Id, Nanga, Ngatat, & Tindo, 2019) yang menyatakan bahwa infestasi *S. frugiperda* pada jagung dapat dilihat dari adanya sisa kotoran di corong daun. Hama *S. frugiperda* mampu menyerang titik tumbuh tanaman yang dapat mengakibatkan gagalnya pucuk/daun muda tanaman untuk berkembang (Maharani *et al.*, 2019). *S. frugiperda* menyerang bagian pucuk tanaman yang belum membuka penuh (menggulung) menyebabkan daun yang tumbuh memiliki bentuk seperti terpotong. Serangan *S. frugiperda* pada daun muda yang sudah membuka dilakukan dengan menggerek daun menyebabkan lubang-lubang pada daun hingga meninggalkan hanya tulang daun (Gambar 1). Kerusakan berat menyebabkan pengundulan daun dan defoliasi yang dapat menimbulkan kerugian (Toumou *et al.*, 2019).



Gambar 1. a.) Lubang transparan bekas gerakan pada daun muda b.) sisa kotoran pada daun muda

Gejala serangan *S. frugiperda* pada tanaman sebelum tahap vegetatif akhir (V12) berupa kerusakan *tassel* yang belum membuka penuh. Gejala serangan *S. frugiperda* pada tahap reproduktif berupa terdapat kotoran larva pada sudut telinga tongkol, pembusukan pada bagian tempat munculnya rambut tongkol yang baru keluar sampai dengan kerusakan tongkol dan biji (kernel) yang habis dimakan *S. frugiperda* (Gambar 2).

Kotoran yang dihasilkan oleh larva mampu membentuk iklim mikro yang cocok untuk tumbuhnya cendawan sehingga tongkol menjadi rusak (Babu, Kalyan, Joshi, Balai, & Mahla, 2019). Serangan pada fase reproduktif dapat mengurangi kuantitas maupun kualitas hasil jagung karena terjadinya gangguan translokasi hara ke bagian-bagian tanaman (Subiadi, Trisyono, & Edhi, 2014).



Gambar 2. Gejala serangan *S. frugiperda* a.) Gejala pada tassel dan daun muda yang masih menggulung b.) kerusakan pada tassel yang belum membuka penuh c.) infestasi *S. frugiperda* pada sudut telinga tongkol d.) lubang pada tongkol e.) Kerusakan biji pada tongkol (Gambar: Dokumentasi pribadi 2019).

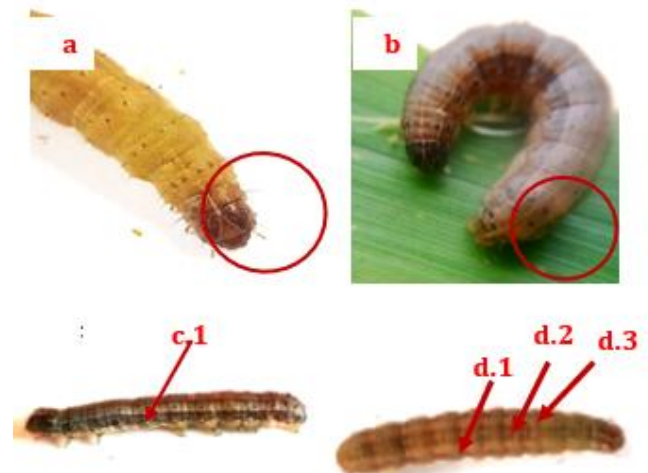
Fase reproduktif (R1) atau fase tasseling dan silking merupakan fase terjadinya penyerbukan tasseling dan silking dimana munculnya rambut tongkol yang dapat mendorong larva *S. frugiperda* untuk masuk ke sisi telinga tongkol sampai pada biji tongkol yang sedang tumbuh (Prasanna, Regina, & Virginia, M, 2018). Fase reproduktif awal disukai oleh ngengat betina *Spodoptera* untuk meletakkan telur, karena adanya ketersediaan makanan berupa tassel dan silk (rambut tongkol) bagi larva yang baru menetas sekaligus sebagai tempat persembunyian larva (Aklamiah, 2018). Preferensi imago betina *Spodoptera* meletakkan telur pada tanaman fase reproduktif awal dekat rambut tongkol bertujuan sebagai habitat dan makanan bagi instar awal, sehingga telur yang menetas menjadi larva dapat menggerek di rambut tongkol pada instar awal kemudian menggerek di buku tongkol pada instar lanjut (Subiadi & Surianto, 2018).

3.3. Identifikasi Larva *S. frugiperda*

Karakter morfologi dari larva *S. frugiperda* yang ditemukan yaitu memiliki kepala berwarna gelap terdapat garis berbentuk huruf Y terbalik berwarna terang dibagian depan kepala. bagian abdomen segmen ke 8 terdapat empat titik hitam berbentuk persegi. Ciri khas larva *S. frugiperda* yaitu memiliki pola huruf Y terbalik warna putih di bagian kepala dan empat titik membentuk persegi di bagian atas permukaan segmen terakhir dari tubuhnya (Sisodiya, Raghunandan, Bhatt, Verma, & Shewale, 2018). Bagian tubuh *S. frugiperda* memiliki ciri khas yaitu terdapat pita tebal berwarna hitam pada bagian lateral dan pada bagian atas tubuh memiliki tiga garis terang seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 3d). Hal tersebut sama dengan pola tubuh larva *S. frugiperda* yang ditemukan (Nadrawati, Ginting, & Zakarni, 2019).

Larva yang ditemukan memiliki variasi warna yang berbeda. Warna tubuh larva yang ditemukan pada bagian daun muda relatif lebih coklat sampai hitam gelap, sedangkan larva yang ditemukan pada bagian tongkol lebih banyak yang berwarna coklat terang. Menurut (Beni, Costa, Supartha, Spodoptera, & Noctuidae, 2018) perubahan warna pada larva dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas makanan terutama kandungan karotennya serta fase perkembangan larva tersebut. Larva FAW dominan ditemukan berada pada instar akhir. Hal tersebut diduga karena adanya kecenderungan perilaku kanibalisme oleh larva instar akhir. Menurut (Bentivenha, Baldin, Montezano, Hunt, & Paula-Moraes, 2017) Perilaku kanibalisme *S.*

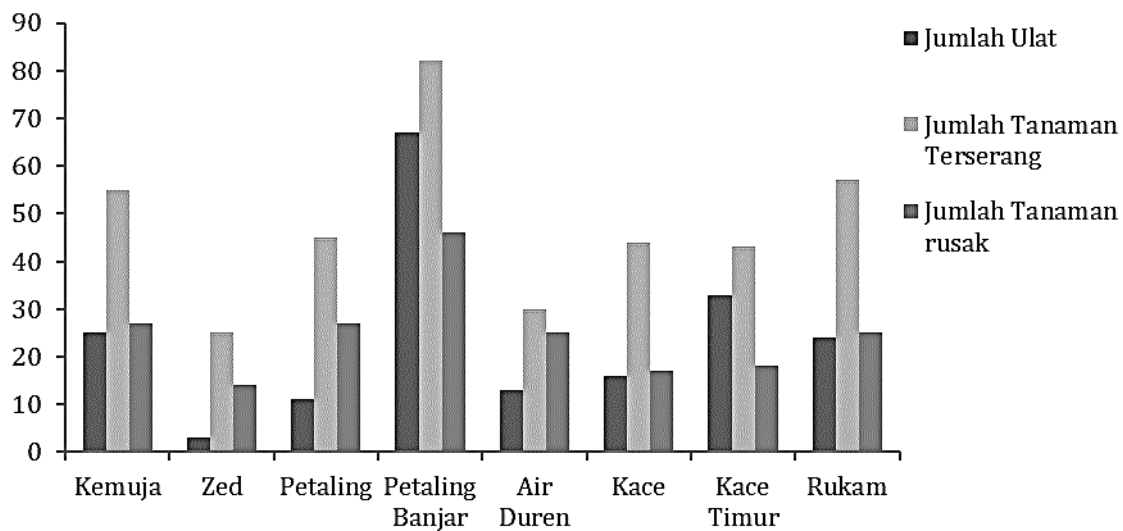
frugiperda terjadi pada frekuensi antara 40 dan 80% ketika larva berada terbatas dalam kelompok yang bertujuan untuk memperoleh nutrisi dan menghasilkan energi untuk peningkatan ukuran, pertumbuhan dan perkembangan individu.



Gambar 3. Karakter morfologi larva *S. frugiperda* a.) Pola huruf Y pada kepala, b.) titik hitam berbentuk dadu pada abdomen segmen ke 8, c.1.) pita tebal pada bagian lateral, d.) Tiga garis terang pada tubuh bagian atas, d.1.) dan d.3.) garis terang samping, d.2.) garis terang tengah.

3.4. Jumlah ulat, jumlah tanaman terserang dan jumlah tanaman rusak

Jumlah ulat, jumlah tanaman terserang dan jumlah tanaman rusak paling tinggi terdapat pada Desa Petaling Banjar dan paling rendah terdapat pada Desa Zed (Gambar 4). Hal tersebut diduga karena adanya perbedaan pola manajemen tanaman budidaya secara kultur teknis. Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara yang telah dilakukan pengolahan secara kultur teknis di Desa Zed dilakukan dengan baik yaitu seperti penggunaan mulsa dan penggunaan pestisida serta penyiangan gulma secara teratur. Adanya pengelolaan tanaman serta lingkungan sekitarnya yang baik akan menyebabkan terbatasnya dukungan ekologis suatu agroekosistem terhadap populasi hama. Kondisi yang relatif mendukung akan meningkatkan potensi tingginya intensitas serangan hama. *S. frugiperda* merupakan hama perusak yang menyebabkan hilangnya hasil secara drastis selama kondisi lingkungan yang mendukung (Balla, Bhaskar, Bagade, & Rawal, 2019).



Gambar 4. Jumlah ulat, jumlah tanaman terserang dan jumlah tanaman rusak

3.5 Sebaran Serangan pada Jenis Pola Tanam

Pertanaman jagung yang diamati yaitu terdiri dari sistem tanam M dan tumpang sari yang memiliki rata-rata tanaman terserang dan tanaman yang rusak yang berbeda-beda. Rata-rata tanaman terserang dan tanaman yang rusak pada pertanaman jagung sistem M lebih tinggi yaitu 30,5 dan 15,88 dibandingkan dengan sistem tumpang sari yaitu 17,38 dan 9 (Tabel 3).

Tabel 3. Rata-rata tanaman terserang dan tanaman yang rusak berdasarkan pola sistem tanam

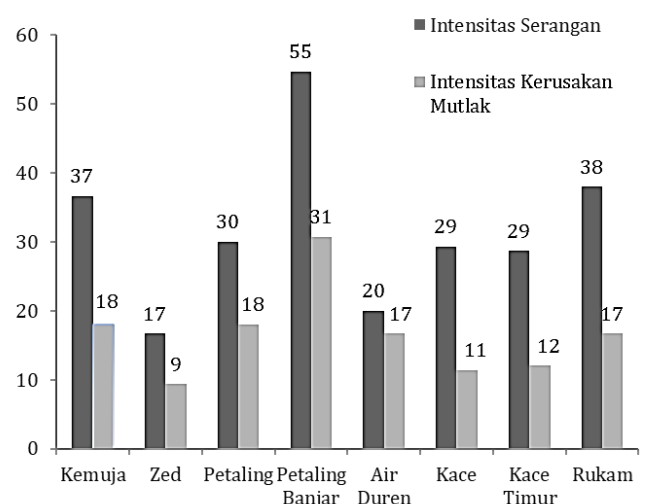
Lokasi Pengamatan	Jumlah Tanman Terserang		Jumlah Tanaman Rusak	
	M	TS	M	TS
Kemuja	48	7	20	7
Zed	25	0	14	0
Petaling	38	7	21	6
Petaling Banjar	8	74	2	44
Air Duren	32	0	25	0
Kace	35	9	14	3
Kace Timur	43	0	18	0
Rukam	15	42	13	12
Rata-rata	30,5	17,375	15,875	9

Sistem tanam monokultur memungkinkan terdapat lebih sedikitnya hama lain dan musuh alami sehingga keberadaan larva FAW pada tanaman jagung tidak terganggu. Menurut (Ludji & Harini, 2017) sistem penanaman secara monokultur dapat meningkatkan populasi hama pada suatu daerah. Keberadaan tanaman lain yang bukan inang *S. frugiperda* diduga menyebabkan sedikitnya jumlah tanaman terserang pada pada sistem tanam tumpang sari. (Harrison et al., 2019) juga menyatakan bahwa tanaman jagung yang ditanam dengan sistem tumpang sari dapat

mengurangi infestasi FAW sebesar 20-30% karena sistem polikultur dapat mendukung kepadatan musuh alami lebih tinggi yang dapat memakan larva instar awal dan meningkatkan parasitoid.

3.6. Intensitas Serangan dan Intensitas Kerusakan Mutlak

Intensitas serangan diperoleh dari jumlah tanaman yang terserang sedangkan intensitas kerusakan mutlak diperoleh dari jumlah tanaman yang rusak pada masing-masing desa. Intensitas serangan pada setiap desa memiliki nilai yang lebih tinggi daripada intensitas kerusakan mutlak.



Gambar 5. Intensitas serangan dan kerusakan mutlak pada tanaman jagung

Gambar 5 menunjukkan Desa Kace dan Kace timur memiliki intensitas serangan yang sama yaitu

29% namun pada Desa Kace memiliki intensitas kerusakan mutlak lebih kecil yaitu 11% dibandingkan desa Kace timur 12 %. Jumlah kerusakan mutlak di Desa Air Duren dan Rukam memiliki nilai yang sama yaitu 17% namun memiliki nilai intensitas serangan yang berbeda yaitu 20% dan 38%. Jumlah intensitas serangan dan intensitas kerusakan mutlak yang disebabkan oleh *S. frugiperda* tertinggi terjadi pada Desa Petaling Banjar yaitu 55% dan 31 %. Intensitas serangan dan intensitas kerusakan mutlak paling rendah terdapat pada Desa Zed yaitu 17% dan 9%. Toleransi serangan hama oleh tanaman dapat menekan kerusakan pada tanaman tergantung dimana pada tahap pertumbuhan tertentu sebagian serangan tidak menyebabkan kehilangan hasil. (Sisay et al., 2019). (Apriliyanto & Setiawan, 2019) juga menyatakan bahwa tanaman mempunyai ketahanan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor ekologis dimana tanaman akan terbebas dari serangan OPT karena pengaruh faktor lingkungan yang belum mendukung OPT tersebut.

3.7. Intensitas Kerusakan Relatif

Intensitas kerusakan relatif diperoleh dengan melakukan skoring tingkat serangan dari persentase kerusakan mutlak dari masing-masing titik pengamatan. (Leatemala & Rumthe, 2011) menyatakan intensitas kerusakan relatif menggambarkan intensitas kerusakan yang terjadi secara bervariasi seperti kerusakan pada tanaman jagung. Hasil skoring dari 24 titik pengamatan diperoleh kategori serangan terdiri dari skala paling tinggi yaitu skor 5 dan terendah 0. Kategori serangan yang diperoleh skor 5 terdiri dari satu titik pengamatan, skor 3 terdiri dari 7 titik pengamatan dan skor 1 terdiri dari 12 titik pengamatan.

Berdasarkan perhitungan dari nilai skoring diperoleh intensitas kerusakan relatif yang disebabkan *S. frugiperda* pada pertanaman jagung di Kecamatan Mendo Barat yaitu sebesar 31,6 % (Tabel 4). Manajemen kultur teknis pada budidaya jagung diduga dapat mempengaruhi intensitas serangan FAW. Menurut (Harrison et al., 2019) Beberapa pendekatan agroekologi yang dapat dilakukan dalam pengendalian serangan FAW yaitu persiapan lahan minimum, penggunaan mulsa, budidaya secara tumpangsari dan penggunaan tanaman penutup, diversifikasi lingkungan pertanian melalui rotasi tanaman dan pengelolaan musuh alami.

Tabel 4. Skoring intensitas kerusakan relatif pada tanaman jagung

Nama Desa	Titik Pengamatan	Intensitas Kerusakan Mutlak (%)	Skala Kategori Serangan
Kemuja	Km 1	26	3
	Km 2	14	1
	Km 3	14	1
Zed	Zd 1	0	0
	Zd 2	0	0
	Zd 3	28	3
Petaling	Pt 1	30	3
	Pt 2	12	1
	Pt 3	12	1
Petaling Banjar	Pb 1	56	5
	Pb 2	32	3
	Pb 3	4	1
Air Duren	Ad 1	16	1
	Ad 2	30	3
	Ad 3	4	1
Kace	Kc 1	14	1
	Kc 2	6	1
	Kc 3	14	1
Kace Timur	Kt 1	16	1
	Kt 2	20	1
	Kt 3	0	0
Rukam	Rk 1	24	3
	Rk 2	26	3
	Rk 3	0	0
Intensitas Kerusakan Relatif			31,6%

4. Kesimpulan

Larva *S. frugiperda* yang ditemukan memiliki karakteristik terdapat pola huruf Y terbalik pada kepala, empat titik hitam pada segmen ke delapan, pita tebal pada bagian lateral dan tiga garis terang pada tubuh bagian atas. Warna tubuh larva berbeda-beda antara larva yang ditemukan pada daun dengan yang ada pada tongkol serta pada masing-masing instar. Gejala serangan pada fase vegetatif awal berupa lubang transparan pada daun dan pucuk tanaman yang memiliki bentuk seperti terpotong sedangkan pada fase reproduktif berupa kerusakan pada bagian telinga dan tempat munculnya rambut tongkol serta pada biji jagung yang sedang tumbuh. Jumlah ulat, rata-rata jumlah tanaman terserang dan rusak paling tinggi terdapat pada Desa Petaling Banjar dengan intensitas serangan 55% kategori serangan berat. Intensitas kerusakan relatif pada pertanaman jagung di Kecamatan Mendo Barat termasuk kategori ringan yaitu 31,6 % . Rata-rata tanaman terserang dan tanaman rusak paling banyak terdapat pada pertanaman jagung fase tasseling dan silking (R1) serta sistem tanam Monokultur.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak. Panggio Restu Wilujeng, S.Sos, M.A atas kontribusinya sebagai enumerator dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Bangka Belitung selaku penyandang dana dalam penelitian ini melalui skema Hibah Penelitian Tingkat Universitas pendanaan tahun 2020.

6. Pernyataan Konflik Kepentingan (*Declaration of Conflicting Interests*)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

7. Daftar Pustaka

- Aklamiyah, F. (2018). pengaruh perlakuan insektisida terhadap kelimpahan hama pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.) fadhila aklamiyah. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Apriliyanto, E., & Setiawan, B. H. (2019). Intensitas Serangan Hama pada Beberapa Jenis Terung dan Pengaruhnya terhadap Hasil. *Agrotechnology Research Journal*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v3i1.25254>
- Babu, S. R., Kalyan, R. K., Joshi, S., Balai, C. M., & Mahla, M. K. (2019). Report of an exotic invasive pest the fall armyworm , *Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith) on maize in Southern Rajasthan. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(3), 1296–1300.
- Badan Pusat Statistik. (2018). Kecamatan Mendo Barat Dalam Angka.
- Balla, A., Bhaskar, M., Bagade, P., & Rawal, N. (2019). Yield losses in maize (*Zea mays*) due to fall armyworm infestation and potential IoT-based interventions for its control. *Entomology and Zoology Studies*, 7(5), 920–927.
- Baudron, F., Zaman-Allah, M. A., Chaipa, I., Chari, N., & Chinwada, P. (2019). Understanding the factors influencing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) damage in African smallholder maize fields and quantifying its impact on yield. A case study in Eastern Zimbabwe. *Crop Protection*, 120, 141–150. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.01.028>
- Beni, L., Costa, D. A., Supartha, I. W., *Spodoptera*, L., & *Noctuidae*, L. (2018). Pengaruh Kualitas dan Kuantitas Pakan (Daun Bawang) terhadap Kejadian Polimorfisme Warna pada Larva *Spodoptera exigua* Hubner (*Lepidoptera* : *Noctuidae*) The Effect of Feed (Onion Leaves) on the Event of Color Polymorphism on. 8(2), 129–136.
- Bentivenha, J. P. F., Baldin, E. L. L., Montezano, D. G., Hunt, T. E., & Paula-Moraes, S. V. (2017). Attack and defense movements involved in the interaction of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* (*Lepidoptera*: *Noctuidae*). *Journal of Pest Science*, 90(2), 433–445. <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0802-3>
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2018). Integrated management of the Fall Armyworm on maize. Retrieved from <http://www.grainsa.co.za/upload/FAO---FAW-Guide.pdf>
- Harrison, R. D., Thierfelder, C., Baudron, F., Chinwada, P., Midega, C., Scha, U., & Berg, J. Van Den. (2019). Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management : Providing low-cost , smallholder friendly solutions to an invasive pest. 243(May), 318–330. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011>
- Husin, A. M. (2017). Identifikasi Serangan Hama Penggerek Batang Lada (*Lophobaris piperis* Marsh) pada Berbagai Teknik Pengendalian Gulma. Balunijuk: Universitas Bangka Belitung.
- Husin, A. M. (2018). Identifikasi Serangan Hama Penggerek Batang Lada (*Lophobaris piperis* Marsh) pada Berbagai Teknik Pengendalian Gulma. Balunijuk: Universitas Bangka Belitung.
- Id, F. A., Nanga, S. N., Ngatat, S., & Tindo, M. (2019). *Spodoptera frugiperda* Smith (*Lepidoptera* : *Noctuidae*) in Cameroon : Case study on its distribution , damage , pesticide use , genetic differentiation and host plants. *PLoS ONE*, 14(4), 1–18.
- Kementerian Pertanian. (2019). " Hama Baru " Tanaman Jagung Ulat Grayak Jagung (Ugi). In Hama Baru Tanaman Jagung. www.litbang.pertanian.go.id.
- Leatemia, J. A., & Rumthe, R. Y. (2011). Studi Kerusakan Akibat Serangan Hama pada Tanaman Pangan di Kecamatan Bula, Kabupaten Seram Bagian Timur, Propinsi Maluku. *Jurnal Agroforestri*, 6(1), 52–56.
- Ludji, R., & Harini, S. T. (2017). Ekologi dan Sistem Peramalan Hama. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Maharani, Y., Dewi, V. K., Puspasari, L. T., Rizkie, L., Hidayat, Y., & Dono, D. (2019). Cases of Fall Army Worm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) Attack on Maize in Bandung, Garut and Sumedang District, West Java. *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 2(1), 38–46. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v2i1.23013>
- Mallapur, C. P., Naik, A. K., Hagari, S., & Prabhu, S. T. (2018). Status of alien pest fall armyworm , *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) on maize in Northern Karnataka. 6(6), 432–436.
- Nadrawati, Ginting, S., & Zakarni, A. (2019). Identifikasi hama baru dan musuh alamnya pada tanaman jagung, di kelurahan sidomulyo, kecamatan seluma, bengkulu (vol. 22). Bengkulu: Fakultas pertanian Universitas Bengkulu.
- Nonci, N., Kalgutny, Hary, S., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M., & Aqil, M. (2019). Pengenalan Fall Armyworm (*spodoptera frugiperda* J.E. Smith) Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia. In Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia (Vol. 73, pp. 1–52).
- Prasanna, B. M., Regina, E., & Virginia, M. P. (2018). Fall Armyworm in Africa. In Cimmy, USAID, & Oakside Editorial Service (Eds.), West Africa Regional Training of Trainers and Awareness Generation Workshop on Fall Armyworm Management, IITA, Cotonou, Bénin (First Edit). Mexico: CDMX:CIMMYT.
- Riswan. (2018). Inventarisasi Hama dan Penyakit Pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) Di Desa Tumpatan Nibung Kecamatan Batang Kuis Kabupaten Deli Serdang. Medan: Universitas Medan Area.
- Santos, L. F. C., Ruiz-Sanches, E., & Mijangos-Cortes, J. (2020). Leaf Damage *Spodoptera frugiperda* J.E Smith (Lepidoptera: Noctuidae) and its relation to leaf morphological traits in maize landraces and commercial cultivars. *Journal of Plant Diseases and Protection*, (127), 103–109.
- Sisay, B., Simiyu, J., Mendesil, E., Likhayo, P., Ayalew, G., Mohamed, S., ... Tefera, T. (2019). Fall Armyworm , *Spodoptera frugiperda* Infestations in East Africa: Assessment of Damage and Parasitism. *Insects*, 10(195), 1–10.
- Sisodiya, D., Raghunandan, B., Bhatt, N., Verma, H., & Shewale, C. (2018). The fall armyworm , *Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith) (Lepidoptera : Noctuidae); first report of new invasive pest in maize fields of Gujarat , India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(5), 2089–2091.
- Subiadi, & Surianto, S. (2018). Tingkat Serangan Hama Penggerek Batang Jagung. *Pangan*, 27(3), 179–186.
- Subiadi, Trisyono, Y. A., & Edhi, M. (2014). Aras kerusakan ekonomi (AKE) larva *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera : Crambidae) pada tiga fase pertumbuhan tanaman jagung Economic injury level (EIL) of *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera : Crambidae) larvae on three growth stages of corn. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 11(1), 19–26. <https://doi.org/10.5994/jei.11.1.19>
- Toumno, L. A., Reo-Ndouba, R., Wango, S. P., Kamba-Mebourou, E., Mbiko-Tanza, J., Ngarasem, S., ... Semballa, S. (2019). The First Survey of *Spodoptera frugiperda* on Maize in the Farms and in the Traditional Post-harvest Conservation in Central African Republic. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 8(3), 1–6. <https://doi.org/10.9734/ajaar/2018/46046>
- Trisyono, Y. A., Suputa, S., Aryuwandari, V. E. F., Hartaman, M., & Jumari, J. (2019). Occurrence of Heavy Infestation by the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda*, a New Alien Invasive Pest, in Corn Lampung Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(1), 156–160. <https://doi.org/10.22146/jpti.46455>
- Triwibowo H, & Jumani, E. H. (2014). Identifikasi hama dan penyakit *Shorea leprosula* Miq di taman nasional kutai resort sangkima kabupaten Kutai Timur provinsi Kalimantan Timur. *Agrifor*, 9(2), 175–184.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Pengaruh Inokulasi *Glomus etunicatum* terhadap Biokimia Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) yang Ditanam pada Cekaman Garam*****Effect of Glomus etunicatum Inoculation on The Biochemistry of Tomato (Solanum lycopersicum L.) Planted in Salt Stress*****Mohamad Agus Salim¹**¹ Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Jl. A.H.Nasution No.105 Cibiru Bandung 40614

Received: March 27, 2021 /Received in revised : August 30, 2021/ Accepted: December 31, 2023

ABSTRACT

The presence of salt levels can cause an important abiotic stress today. Plants have a special strategy for dealing with salt stress. The purpose of this study was to determine the effect of the inoculation of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* on several biochemical parameters of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) grown under high levels of salt stress conditions. This study used a randomized block design with a factorial pattern and five replications. The first factor was with and without inoculation of the fungus *G. etunicatum*. The second factor was several concentrations of NaCl (0, 50, 100 and 200 mM). Parameters observed were levels of phosphorus, root infection, concentrations of chlorophyll and carotenoids, activity of antioxidant enzymes (superoxide dismutase and catalase) and levels of malondialdehyde at the end of observation (day 45). The results showed that the increasing concentration of NaCl, decreased the levels of phosphorus, the concentration of chlorophyll and carotenoids as well increased the activity of superoxide dismutase, catalase and malondialdehyde levels. While the *G. etunicatum* inoculation treatment had the opposite effect from the NaCl treatment. Likewise, the parameters of root infection decreased in tomato plants inoculated with *G. etunicatum* with increasing NaCl concentration treatment. The conclusion of this study is that the presence of arbuscular mycorrhizal fungi can reduce the negative impact of salt stress on tomato plants.

Keywords: *antioxidant; mycorrhizae; peroxidation; salt stress; tomato***ABSTRAK**

Hadirnya kadar garam dapat menyebabkan cekaman abiotik yang penting saat ini. Tanaman memiliki strategi khusus dalam menghadapi cekaman garam. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh inokulasi jamur mikoriza arbuskula *Glomus etunicatum* terhadap beberapa parameter biokimia pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) yang ditanam pada kondisi cekaman garam kadar tinggi. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan pola faktorial dan lima ulangan. Faktor pertama tanpa dan inokulasi jamur *G. etunicatum*. Faktor kedua beberapa konsentrasi NaCl (0, 50, 100 dan 200 mM). Paramater yang diamati yaitu kadar fosfor, infeksi akar, konsentrasi klorofil dan karotenoid, aktivitas enzim antioksidan (superoksida dismutase dan katalase) serta kadar malondialdehid pada akhir pengamatan (hari ke-45). Hasilnya menunjukkan perlakuan konsentrasi NaCl yang meningkat semakin menurunkan kadar fosfor, konsentrasi klorofil dan karotenoid serta semakin meningkatkan aktivitas superoksida dismutase, katalase dan kadar malondialdehid. Sedangkan perlakuan inokulasi *G. etunicatum* berpengaruh sebaliknya dari perlakuan NaCl.

*Korespondensi Penulis.

E-mail : agus.salim@uinsgd.ac.idDOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i2.272>

*Begitupun parameter infeksi akar semakin menurun pada tanaman tomat yang dinokulasi *G. etunicatum* dengan meningkatnya perlakuan konsentrasasi NaCl. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu kehadiran jamur mikoriza arbuskula mampu menurunkan dampak negatif dari cekaman garam pada tanaman tomat.*

Kata kunci: *antioksidan; cekaman garam; mikoriza; peroksidasi; tomat*

1. Pendahuluan

Produksi pertanian akan terganggu bila diusahakan pada lahan dengan kondisi lingkungan berkadar garam tinggi (Rivero et al., 2018). Keberadaan lahan dengan kadar garam tinggi semakin diperburuk seiring bertambahnya populasi manusia dan pemanasan global (Patel & Saraf, 2013). Sebenarnya kemampuan tanaman untuk bertahan hidup pada kondisi kadar garam yang tinggi berhubungan dengan mekanisme mempertahankan homeostasis ion dan menjaga fungsi kloroplas (Li et al., 2020). Lebih khusus lagi kemampuan tanaman yang toleran terhadap kadar garam tinggi yaitu diproduksinya enzim antioksidan yang mampu meredam radikal bebas (Latef & Chaoping, 2011).

Saat ini metode biologi memperoleh perhatian yang lebih besar dalam upaya mengurangi cekaman kadar garam tinggi yang dapat mempengaruhi produksi pertaniannya (Kavroulakis et al., 2020). Menurut Heydari & Pirzad (2020) bahwa lebih dari 90% tumbuhan yang hidup di atas permukaan bumi ini melakukan hubungan simbiosis dengan jamur baik secara keseluruhan (endofit) atau sebagian (mikoriza) yang berada di dalam sel atau jaringan tumbuhan. Dengan adanya simbiosis ini memungkinkan tumbuhan untuk beradaptasi dengan baik terhadap cekaman biotik maupun abiotik seperti kadar garam yang tinggi. Disamping itu hakekat simbiosis bermanfaat terhadap kelangsungan hidup tumbuhan itu sendiri maupun jamurnya dalam menghadapi kondisi habitat yang penuh dengan cekaman (Diao et al., 2021).

Glomus etunicatum termasuk jamur mikoriza dari ordo Glomales dan termasuk tipe mikoriza arbuskula. Pada tipe mikoriza ini tumbuhan mempertukarkan fotosintat dengan mineral dan air yang diambilkan oleh jamur mikoriza dari dalam tanah (Borde et al., 2017). Selanjutnya belum ada pembuktian yang jelas apakah kemampuan tumbuhan toleran terhadap kadar garam tinggi itu secara langsung oleh tumbuhan itu sendiri atau dimediasi oleh kehadiran jamur mikoriza. Dugaan sementara respons tumbuhan terhadap beberapa faktor lingkungan seperti kadar garam tinggi dipengaruhi oleh simbiosis jamurnya. Data yang diperoleh dari hasil penelitian Ait-El-Mokhtar et al. (2020) dijelaskan bahwa inokulasi jamur mikoriza arbuskula dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, penyerapan unsur hara dan menurunkan kehilangan panen pada kondisi tanah dengan kadar

garam yang tinggi. Selain itu adanya kemampuan mikoriza arbuskula dalam merusak reactive oxygen species (ROS), diduga sebagai mekanisme yang dapat meningkatkan efektivitas pertahanan dari tanaman inang (Abdelaziz et al., 2019). Namun mekanisme mikoriza arbuskula dalam meningkatkan resistensi tanaman inang terhadap cekaman kadar garam yang tinggi masih belum dipahami.

Pemahaman mengenai simbiosis antara jamur mikoriza dengan tanaman inangnya, memungkinkan akan diperoleh strategi dalam menghadapi gangguan faktor lingkungan abiotik termasuk cekaman kadar garam yang tinggi (Kong et al., 2020). Diyakini kehadiran simbiosis jamur dengan tumbuhan inang ini yang membentuk struktur mikoriza merupakan cara yang murah dan layak untuk mengurangi dampak pemanasan global terhadap tumbuhan dan komunitas tumbuhan. Saat ini dengan adanya pemanasan global, lahan yang terpengaruh kadar garam semakin bertambah luas sehingga perlu dengan segera memahami mekanisme tumbuhan untuk dapat toleran terhadap cekaman kadar garam tinggi ini dan akhirnya produktivitas pertanian tidak akan terganggu (Malhi et al., 2021).

Tanaman tomat merupakan tanaman hortikultura yang tumbuh di dataran menengah yang sensitif terhadap suhu tinggi (Sellitto et al., 2019). Tanaman sayuran ini termasuk sayuran buah yang sangat penting di Indonesia dan di belahan dunia lainnya. Fungsi kehadiran mikoriza pada mekanisme kemampuan toleransi tanaman tomat terhadap cekaman kadar garam tinggi masih belum dipahami secara baik (Gómez-Bellot et al., 2021). Hipotesis dari penelitian ini yaitu *Glomus etunicatum* dapat meningkatkan toleransi dari tanaman tomat yang ditanam pada media dengan kadar garam tinggi. Sedangkan pengaruh mikoriza terhadap aktivitas enzim antioksidan dan peroksidasi lipida selama mendapat cekaman garam masih belum dipahami. Artikel ini memaparkan parameter yang menunjukkan adanya toleransi kadar garam tinggi dari tanaman tomat yang diinokulasi mikoriza *Glomus etunicatum* seperti kadar fosfor, aktivitas enzim antioksidannya, pigmen fotosintesis dan peroksidasi lipida.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan Tanaman dan Perlakuan cekaman

Pada penelitian ini digunakan biji tanaman tomat yang dibeli dari toko pertanian di kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Sedangkan biakan mikoriza *Glomus etunicatum* merupakan perbanyakan di Kebun Terpadu Saintek UIN Bandung. Inokulum *G. etunicatum* 100 gram (berisi 1000 spora) diaplikasikan sedalam 3 cm pada polybag 5 kg yang telah berisi medium zeolite steril. Semai tanaman tomat berumur 7 hari ditanam pada media zeolite yang sudah diinokulasi mikoriza. Sebagai kontrol disiapkan tanaman tomat yang tidak diinokulasi mikoriza. Perlakuan kadar garam dengan konsentrasi (0, 50, 100, 200 mM) larutan NaCl. Seluruh tanaman tomat disiram setiap dua hari sekali dengan aqua-DM dan larutan nutrisi setengah konsentrasi formula Hoagland setiap tujuh hari sekali. Rancangan percobaannya menggunakan rancangan acak kelompok dengan pola faktorial. Faktor pertama inokulasi dan tanpa inokulasi jamur mikoriza arbuskula. Faktor kedua yaitu perlakuan beberapa konsentrasi NaCl. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca, Kebun Terpadu Saintek UIN Bandung. Percobaan dilaksanakan selama 45 hari pengamatan, dengan faktor lingkungan suhu 27/21 °C (siang/malam), kelembaban relatif 70% dan intensitas cahaya 6500 Lux.

2.2. Infeksi Akar

Sampel akar dari tanaman tomat yang berumur 45 hari (akhir percobaan) dibersihkan dalam air yang mengalir untuk menghilangkan medium yang digunakan selama penelitian. Selanjutnya akar tersebut dapat disimpan pada larutan KOH 5%, sedangkan untuk pengamatan akar direndam menggunakan trypan blue selama 6 jam. Penghitungan infeksi akar oleh jamur mikoriza menggunakan metode grid-line intersection yang diamati di bawah mikroskop bedah (Parvin et al., 2020). Persentase akar yang terinfeksi dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ infeksi} = 100 \times (\text{jumlah akar bermikoriza} / \text{total akar yang diamati})$$

2.3. Pengukuran Kadar Fosfor

Daun ketiga dari pucuk tanaman tomat yang berumur 45 hari dikeringkan pada suhu 70 °C selama 48 jam. Setelah kering, dilanjutkan dengan pengabuan pada tanur dengan suhu 550 °C selama 24 jam. Selanjutnya konsentrasi fosfor diukur

menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 882 nm (Qiu et al., 2020).

2.4. Pengukuran Kadar Klorofil

Sampel daun tanaman tomat nomor tiga dari pucuk ditimbang sebanyak 1 g untuk dimaserasi dan diekstraksi dengan 10 ml aseton 80%. Selanjutnya supernatan disaring dengan kertas saring Whatman no.1 dan filtratnya diisi hingga 50 ml dalam tabung ukur dengan menambahkan pelarut. Larutan siap diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 440,5, 646 dan 663 nm. Untuk mendapatkan konsentrasi klorofil dan karotenoid, data yang diperoleh dimasukkan ke dalam rumus berikut:

$$\text{Klo a} = 12,21 \times A_{663} - 2,81 \times A_{646}$$

$$\text{Klo b} = 20,13 \times A_{646} - 5,03 \times A_{663}$$

$$\text{Kar} = 4,69 \times A_{440,5} - 0,268 \times (\text{Klo a} + \text{Klo b})$$

Konsentrasi klorofil dinyatakan dalam satuan mg/g berat segar dan konsentrasi karotenoid dinyatakan dalam satuan µg/g berat segar (Kazemi et al., 2019).

2.5. Pengukuran Aktivitas Superoksida Dismutase

Enzim Superoksida dismutase ini diukur berdasarkan cara yang sudah dijelaskan oleh Santander et al. (2020). Sampel enzim dicampurkan dengan 1 mL Methionine 100 mM, 0,8 ml buffer fosfat 250 mM, 0,1 mL EDTA 5 mM, 0,1 mL NBT 750 mM, 0,5 mL Riboflavin 100 mM. Selanjutnya campuran digenapkan dengan aquadest sampai volumenya 3 mL. Pengukuran absorbansinya pada spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 560 nm. Aktivitas enzim ini dinyatakan dalam satuan mmol/menit/mg protein.

2.6. Pengukuran Aktivitas Katalase

Enzim katalase diukur menggunakan cara yang telah dijelaskan oleh Wang et al. (2020). Selanjutnya sampel enzim yang sudah siap di campur dengan 2,9 hidrogen peroksida 30%. Campuran yang sudah siap diukur absorbansinya pada panjang gelombang 240 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kadar enzim ini menunjukkan aktivitasnya yang dinyatakan dalam mmol/menit/mg protein.

2.7. Pengukuran Malondialdehid

Peroksidasi lipida diukur dari terbentuknya malondialdehid menggunakan metode asam tiobarbiturat yang telah dijelaskan oleh Kabir et al. (2020). Sampel daun ke tiga dari pucuk sebanyak 0,2 g dihomogenkan dengan menambahkan 1 mL

larutan asam trikloro asetat 5%. Selanjutnya homogenat disentrifugasi dengan kecepatan 12.000 rpm selama 12 menit pada temperatur ruang. Supernatan diukur pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 532 nm.

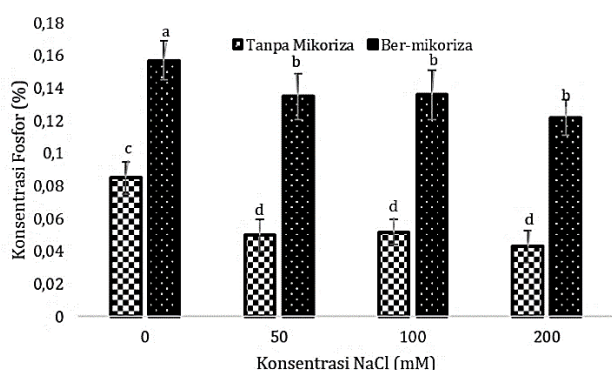
2.8. Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANAVA (analisis variansi) satu arah. Bila terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) di antara perlakuan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji jarak berganda Duncan. Data dikelola dengan software SPSS versi 20.

3. Hasil

3.1. Konsentrasi Fosfor

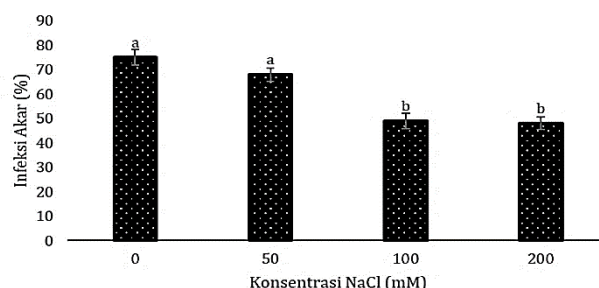
Tanaman tomat yang diinokulasi dengan jamur mikoriza *G. etunicatum* memiliki konsentrasi fosfor yang lebih tinggi dari pada tanaman tomat yang tidak bermikoriza ($P < 0,05$). Perlakuan kadar garam menurunkan kandungan fosfor dari daun tanaman tomat baik yang bermikoriza maupun tanpa mikoriza (Gambar 1).



Gambar 1. Konsentrasi fosfor pada daun tanaman tomat yang ditumbuhkan pada beberapa kadar garam di akhir pengamatan (hari ke-45).

3.2. Infeksi Akar

Tanaman tomat yang tidak diinokulasi *G. etunicatum* tidak menunjukkan adanya infeksi akar. Infeksi akar terlihat pada tanaman yang diinokulasi *G. etunicatum* yang menurun persentasi infeksi akarnya sejalan dengan meningkatnya perlakuan kadar garam yang diberikan. Persentase infeksi akar tanaman tomat pada perlakuan konsentrasi NaCl 50 mM tidak berbeda nyata dengan kontrol ($p > 0,05$) (Gambar 2).



Gambar 2. Kolonisasi mikoriza pada akar tanaman tomat pada beberapa kadar garam di akhir pengamatan (hari ke 45).

3.3. Kadar Klorofil & Karotenoid

Kadar klorofil daun tanaman tomat yang diinokulasi jamur *G. etunicatum* lebih tinggi dari pada tanaman tomat yang tidak bermikoriza (Tabel 1). Kadar klorofil menurun sejalan dengan meningkatnya perlakuan kadar garam baik pada tanaman tomat yang diinokulasi jamur *G. etunicatum* maupun yang tidak bermikoriza. Tanaman yang bermikoriza dan tidak mendapat perlakuan kadar garam memiliki kadar klorofil paling tinggi yaitu 4,70 mg.g⁻¹. Sedangkan Kadar karotenoid pada tanaman tomat yang diinokulasi *G. etunicatum* lebih tinggi dari tanaman tomat yang tidak bermikoriza. Perlakuan kadar garam telah menurunkan kadar karotenoid daun tanaman tomat. Tanaman tomat yang bermikoriza dan mendapat perlakuan kadar garam 50 mM dan 0 mM (kontrol) memiliki kadar karotenoid tertinggi yaitu masing-masing 8,27 dan 8,35 µg.g⁻¹ berat segar. (Tabel 1).

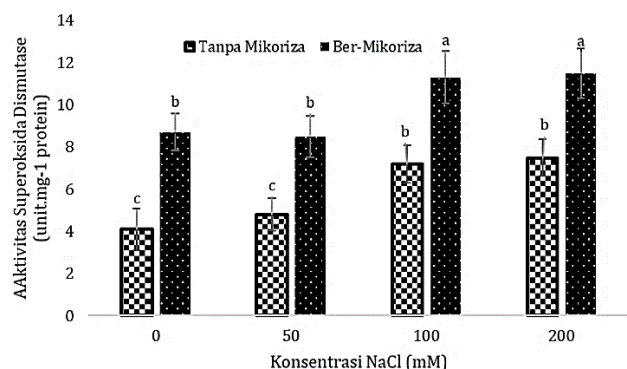
Tabel 1. Kadar klorofil dan karotenoid total pada daun tanaman tomat di akhir pengamatan (hari ke 45).

Perlakuan	Garam (mM NaCl)	Klorofil Total (mg.g ⁻¹ berat segar)	Karotenoid Total (µg.g ⁻¹ berat segar)
Tanpa Mikoriza	0	3,75(c)	7,52(c)
	50	3,69(c)	7,48(c)
	100	3,42(d)	7,27(d)
	200	3,38(d)	7,23(d)
Bermikoriza	0	4,70 (a)	8,35(a)
	50	4,56(b)	8,27(a)
	100	4,49(b)	8,10(b)
	200	4,41(b)	8,05(b)

Keterangan: huruf yang berbeda pada satu kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$)

3.4. Aktivitas Superoksida Dismutase

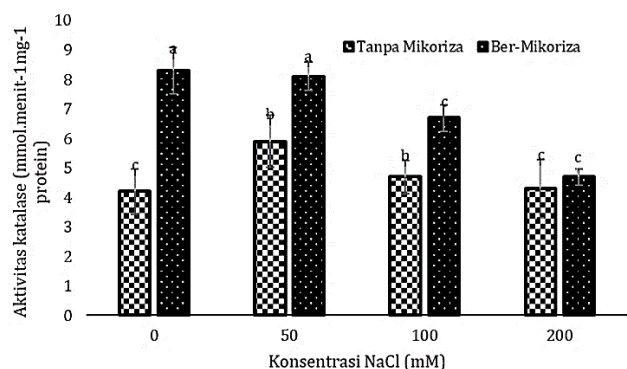
Aktivitas enzim antioksidan superoksida dismutase pada tanaman tomat yang bermikoriza lebih tinggi dari pada tanaman tomat tanpa mikoriza. Aktivitas superoksida dismutase mencapai puncaknya pada tanaman tomat yang bermikoriza dengan perlakuan NaCl 100 dan 200 mM. Aktivitas superoksida dismutase di antara tanaman tomat tanpa mikoriza yang mendapatkan perlakuan konsentrasi NaCl 50 mM sama dengan tanaman tidak mendapat perlakuan NaCl (kontrol) (Gambar 3).



Gambar 3. Aktivitas superoksida dismutase daun tanaman tomat yang ditumbuhkan pada beberapa kadar garam di akhir pengamatan (hari ke-45).

3.5. Aktivitas Katalase

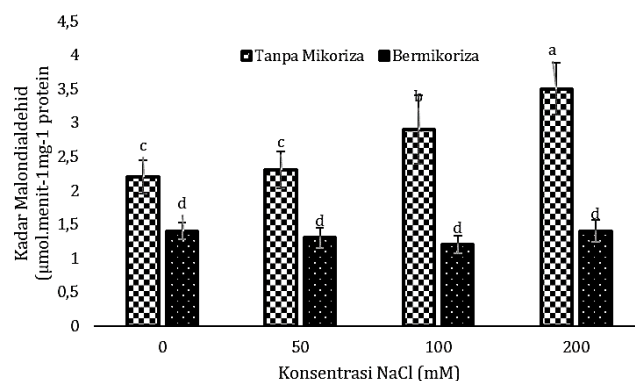
Aktivitas enzim katalase pada tanaman tomat yang bermikoriza lebih tinggi dari pada tanaman tomat tanpa mikoriza. Peningkatan perlakuan NaCl menghasilkan aktivitas katalase yang menurun. Aktivitas katalase puncaknya dicapai pada tanaman tomat yang bermikoriza dan mendapat perlakuan NaCl 50 mM dan kontrol (tanpa perlakuan NaCl) (Gambar 4).



Gambar 4. Aktivitas katalase daun tanaman tomat tanpa mikoriza dan bermikoriza yang ditumbuhkan pada beberapa konsentrasi NaCl di akhir pengamatan (hari ke-45).

3.6. Kadar Malondialdehid

Kadar malondialdehid pada tanaman tomat yang bermikoriza lebih rendah dari tanaman tomat yang tidak bermikoriza (Gambar 5). Kadar malondialdehid tertinggi dicapai pada tanaman tomat tidak bermikoriza dan mendapat perlakuan NaCl 200 mM (Gambar 5).



Gambar 5. Kadar malondialdehid daun tanaman tomat yang ditumbuhkan pada beberapa kadar garam di akhir pengamatan (hari ke-45).

4. Pembahasan

Kehadiran jamur mikoriza pada akar tanaman akan membantu tanaman tersebut mendapatkan unsur hara fosfor yang lebih banyak (Diagne et al., 2020). Zeolith yang digunakan pada penelitian ini sangat sedikit bahkan tidak mengandung unsur hara fosfor. Meskipun demikian kandungan unsur hara P di dalam medium tersebut cukup tersedia karena larutan Hoagland menyediakan nutrisi yang cukup termasuk unsur hara fosfor bagi pertumbuhan tanaman tomat. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Wang et al. (2021) bahwa P tersedia di dalam tanah dengan cekaman garam menjadi faktor penting yang menentukan efektivitas mikoriza arbuskula.

Akar dari tanaman tomat normalnya mampu bersimbiosis dengan jamur mikoriza arbuskula (Heidarianpour et al., 2020). Ebrahim et al. (2017) menyebutkan bahwa kemampuan infeksi jamur mikoriza dapat dipengaruhi oleh cekaman lingkungan seperti temperatur. Sejalan dengan penelitian ini bahwa perlakuan kadar garam dapat menurunkan kemampuan kolonisasi *G. etunicatum*. Laporan penelitian Garg & Bhandari (2016) menyebutkan bahwa perkecambahan spora jamur mikoriza arbuskula yang dilanjutkan dengan terbentuknya hifa akan menurun bersamaan dengan meningkatnya kadar garam di lingkungan sekitarnya.

Pengaruh menguntungkan dari hadirnya mikoriza pada akar tanaman adalah meningkatnya kandungan klorofil dan aktivitas fotosintesis yang tinggi pula (Hashem et al., 2015). Khalloufi et al. (2017) melaporkan inokulasi *Glomus* sp mampu meningkatkan konsentrasi klorofil tanaman tomat. Sejalan dengan penelitian ini tanaman tomat yang bermikoriza memiliki kandungan klorofil yang tinggi bila dibandingkan dengan tanaman tomat yang tidak bermikoriza. Penghambatan reaksi fotosintesis hanya akan terjadi pada kondisi kadar garam yang tinggi karena terjadi penghambatan difusi zat zat kimia penyokong fotosintesis di stomata dan sel mesofil daun (Ruiz-Lozano et al., 2012). Begitupun kondisi kadar garam tinggi di lahan budidaya berkorelasi dengan akumulasi mineral di dalam tanah akibatnya potensial air menjadi rendah. Selanjutnya absorpsi air yang membawa mineral akan terhambat untuk masuk ke dalam akar tanaman dan berakibat kurangnya pasokan air ke jaringan mesofil daun. Lebih lanjut kondisi demikian akan mempengaruhi menutup dan membukanya stomata yang mempengaruhi proses fotosintesis tanaman (Talaat and Shawky, 2014). Pada penelitian ini terlihat perlakuan kadar garam yang tinggi dapat menurunkan kandungan klorofil tanaman tomat. Laporan penelitian Aroca et al. (2013) menyebutkan bahwa kadar klorofil dan karotenoid daun tanaman selada meningkat secara nyata pada cekaman kadar garam tinggi setelah diinokulasi dengan *G. mossae*.

Pada penelitian Estrada et al. (2013) melaporkan bahwa aplikasi jamur mikoriza arbuskula dapat meningkatkan sistem antioksidan. Kang et al. (2014) menemukan adanya korelasi antara cekaman lingkungan dengan aktivitas antioksidan seperti superoksida dismutase pada tanaman mentimun. Sedangkan hasil penelitian ini, menunjukkan adanya korelasi antara inokulasi jamur *G. etunicatum* dengan cekaman garam dan sistem antioksidan. Bagaimanapun sistem antioksidan tanaman tomat berubah yang tergantung pada perlakuan cekaman garam. Menurut Porcel et al. (2016) aktivitas antioksidan seperti superoksida dismutase yang meningkat berperan penting dalam meredam radikal bebas.

Adanya aktivitas katalase terjadi di awal simbiosis mikoriza *G. mosseae* dengan akar tanaman asparagus (Zhang et al., 2021). Tanaman kedelai yang diinokulasi *G. intraradices* pada kondisi media tanamnya cukup air atau kekeringan akan menunjukkan aktivitas katalase yang tinggi. Selanjutnya Oztekin et al. (2013) menyebutkan bahwa secara bertahap peningkatan cekaman garam akan mengurangi aktivitas katalase. Dari hasil penelitian ini ditunjukkan bahwa aktivitas katalase tanaman tomat yang bermikoriza lebih

tinggi dari pada tanaman tomat yang tidak bermikoriza. Menurut Haque and Matsubara (2018) respons senyawa antioksidan dari kelompok enzim akan beragam yang tergantung pada mikoriza, spesies tanaman dan kondisi cekaman. Pada prinsipnya berdasarkan data yang diperoleh, respons tanaman tomat dapat beragam terhadap kehadiran jamur mikoriza *G. etunicatum* dan kondisi cekaman garam.

Malondialdehid merupakan senyawa yang dihasilkan pada reaksi peroksidasi lipida (Hameed et al., 2014). Sehingga kehadirannya menunjukkan seberapa besar reaksi oksidasi yang merusak lipida yang terdapat pada jaringan tumbuhan seperti tanaman tomat. Penelitian Hassena et al. (2021), melaporkan bahwa tanaman bermikoriza memiliki kadar malondialdehid yang lebih rendah dibandingkan tanaman yang tidak bermikoriza. Keberadaan mikoriza akan mampu menurunkan kerusakan oksidatif terhadap lipida selama kondisi cekaman lingkungan seperti kadar garam tinggi. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, bahwa kadar malondialdehid rendah karena ada mikoriza pada tanaman tomat yang mengalami cekaman kadar garam tinggi. Pengaplikasian mikoriza pada tanaman tomat, bukan hanya pada tahap aklimatisasi saja namun dilanjutkan selama tanaman tomat tumbuh sampai menjelang panen (Kumar et al., 2015). Dengan demikian, pengaplikasian mikoriza dapat dijadikan strategi untuk mengurangi efek merusak dari kondisi lahan dengan cekaman kadar garam tinggi. Kombinasi yang tepat antara spesies jamur mikoriza arbuskula dengan tanaman inangnya akan mampu mengatasi pengaruh cekaman kadar garam tinggi. Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian ini maka disimpulkan bahwa inokulasi *G. etunicatum* dapat menjadi strategi yang efektif dalam membudidayakan tanaman tomat pada kondisi lahan dengan cekaman kadar garam yang tinggi.

5. Kesimpulan

Dengan perlakuan kadar garam yang meningkat akan semakin menurunkan kandungan fosfor, infeksi akar, konsentrasi klorofil dan karotenoid, aktivitas enzim antioksidan seperti superoksida dismutase dan katalase pada tanaman tomat. Namun demikian perlakuan kadar garam ini juga dapat meningkatkan kandungan malondialdehid tanaman tomat. Sedangkan perlakuan inokulasi *G. etunicatum* berpengaruh sebaliknya dari perlakuan kadar garam. Pengaruh inokulasi *G. etunicatum* pada tanaman tomat terdeteksi menurun sejalan dengan peningkatan perlakuan konsentrasi NaCl. Dengan demikian perlakuan inokulasi *G.*

etunicatum berdampak positif terhadap kandungan senyawa biokimia pada tanaman tomat yang ditanam pada medium dengan kondisi cekaman garam.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung atas bantuan fasilitas Laboratorium saat melaksanakan penelitian ini.

7. Pernyataan Konflik Kepentingan (*Declaration of Conflicting Interests*)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

8. Daftar Pustaka

- Ait-El-Mokhtar M, Baslam M, Ben-Laouane R, Anli M, Boutasknit A, & Meddich A. 2020. Alleviation of Detrimental Effects of Salt Stress on Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) by The Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and/or Compost. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 131.
- Abdelaziz ME, Abdelsattar M, Abdeldaym EA, Atia MA, Mahmoud AWM, Saad MM, Hirt H. 2019. Piriformospora Indica Alters Na⁺/K⁺ Homeostasis, Antioxidant Enzymes and Lenhx1 Expression of Greenhouse Tomato Grown under Salt Stress. *Scientia Horticulturae*, 256, 108532.
- Aroca R, Ruiz-Lozano JM, Zamarreño ÁM, Paz JA, García-Mina JM, Pozo MJ, López-Ráez JA. 2013. Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis Influences Strigolactone Production under Salinity and Alleviates Salt Stress in Lettuce Plants. *Journal of plant physiology*, 170(1), 47-55.
- Borde M, Dudhane M, Kulkarni M. 2017. Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) in Salinity Tolerance and Growth Response in Plants under Salt Stress Conditions. In *Mycorrhiza-Eco-Physiology, Secondary Metabolites, Nanomaterials* (pp. 71-86). Springer, Cham.
- Diagne N, Ngom M, Djighaly PI, Fall D, Hoher V, Svistoonoff S. 2020. Roles of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Plant Growth and Performance: Importance in Biotic and Abiotic Stressed Regulation. *Diversity*, 12(10), 370.
- Diao F, Dang Z, Xu J, Ding S, Hao B, Zhang Z, Guo W. 2021. Effect of Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis on Ion Homeostasis and Salt Tolerance-Related Gene Expression in Halophyte Suaeda Salsa under Salt Treatments. *Microbiological Research*, 245, 126688.
- Ebrahim MK, Saleem AR. 2017. Alleviating Salt Stress in Tomato Inoculated with Mycorrhizae: Photosynthetic Performance and Enzymatic Antioxidants. *Journal of Taibah University for Science*, 11(6), 850-860.
- Estrada B, Aroca R, Barea JM, Ruiz-Lozano JM. 2013. Native Arbuscular Mycorrhizal Fungi Isolated From A Saline Habitat Improved Maize Antioxidant Systems and Plant Tolerance to Salinity. *Plant science*, 201, 42-51.
- Garg N, Bhandari P. 2016. Interactive Effects of Silicon and Arbuscular Mycorrhiza in Modulating Ascorbate-Glutathione Cycle and Antioxidant Scavenging Capacity in Differentially Salt-Tolerant Cicer Arietinum L. Genotypes Subjected to Long-Term Salinity. *Protoplasma*, 253(5), 1325-1345.
- Gómez-Bellot MJ, Lorente B, Nortes P, Ortuño MF, Sánchez-Blanco MJ, Alarcón JJ. 2021. Effect of Mixed Substrate with Different Mycorrhizal Fungi Concentrations on The Physiological and Productive Response of Three Varieties of Tomato. *Scientia Horticulturae*, 283, 110040.
- Hameed A, Dilduza E, Abd-Allah EF, Hashem A, Kumar A, Ahmad P. 2014. Salinity Stress and Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis in Plants. In *Use of Microbes for the Alleviation of Soil Stresses*, Volume 1 (pp. 139-159). Springer, New York, NY.
- Hashem A, Abd-Allah EF, Alqarawi AA, Aldubise A, Egamberdieva D. 2015. Arbuscular Mycorrhizal Fungi Enhances Salinity Tolerance of Panicum Turgidum Forssk by Altering Photosynthetic and Antioxidant Pathways. *Journal of Plant Interactions*, 10(1), 230-242.
- Hassena AB, Zouari M, Trabelsi L, Decou R, Amar FB, Chaari A, Zouari N. 2021. Potential Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Mitigating The Salinity of Treated Wastewater in Young Olive Plants (*Olea europaea* L. cv. Chetoui). *Agricultural Water Management*, 245, 106635.
- Haque SI, Matsubara YI. 2018. Salinity Tolerance and Sodium Localization in Mycorrhizal Strawberry Plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(22), 2782-2792.
- Heidarianpour MB, Aliasgharzad N, Olsson PA. 2020. Positive Effects of Co-Inoculation with Rhizophagus Irregularis and Serendipita Indica on Tomato Growth under Saline Conditions, and Their Individual Colonization Estimated by Signature Lipids. *Mycorrhiza*, 30, 455-466.

- Heydari S, Pirzad A. 2020. Mycorrhizal Fungi and Thiobacillus Co-Inoculation Improve The Physiological Indices of *Lallemantia iberica* under Salinity Stress. *Current Microbiology*, 77, 2523-2534.
- Kabir AH, Debnath T, Das U, Prity SA, Haque A, Rahman MM, Parvez MS. 2020. Arbuscular Mycorrhizal Fungi Alleviate Fe-Deficiency Symptoms in Sunflower by Increasing Iron Uptake and Its Availability along with Antioxidant Defense. *Plant Physiology and Biochemistry*, 150, 254-262.
- Kang SM, Khan AL, Waqas M, You YH, Kim JH, Kim JG, Lee IJ. 2014. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Reduce Adverse Effects of Salinity and Osmotic Stress by Regulating Phytohormones and Antioxidants in *Cucumis sativus*. *Journal of Plant Interactions*, 9(1), 673-682.
- Kavroulakis N, Tsiknia M, Ipsilantis I, Kavadia A, Stedel C, Psarras G, Ehalotis C. 2020. Arbuscular Mycorrhizal Fungus Inocula from Coastal Sand Dunes Arrest Olive Cutting Growth under Salinity Stress. *Mycorrhiza*, 30, 475-489.
- Kazemi R, Ronaghi A, Yasrebi J, Ghasemi-Fasaei R, Zarei M. 2019. Effect of Shrimp Waste-Derived Biochar and Arbuscular Mycorrhizal Fungus on Yield, Antioxidant Enzymes, and Chemical Composition of Corn under Salinity Stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19(4), 758-770.
- Khalloufi M, Martínez-Andújar C, Lachaâl M, Karray-Bourauoui N, Pérez-Alfocea F, Albacete A. 2017. The Interaction between Foliar GA3 Application and Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculation Improves Growth in Salinized Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Plants by Modifying the Hormonal Balance. *Journal of plant physiology*, 214, 134-144.
- Kong L, Gong X, Zhang X, Zhang W, Sun J, Chen B. 2020. Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Photosynthesis, Ion Balance of Tomato Plants under Saline-Alkali Soil Condition. *Journal of Plant Nutrition*, 43(5), 682-698.
- Kumar A, Dames JF, Gupta A, Sharma S, Gilbert JA, Ahmad P. 2015. Current Developments in Arbuscular Mycorrhizal Fungi Research and Its Role in Salinity Stress Alleviation: A Biotechnological Perspective. *Critical Reviews in Biotechnology*, 35(4), 461-474.
- Latef AAHA, Chaoxing H. 2011. Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth, Mineral Nutrition, Antioxidant Enzymes Activity and Fruit Yield of Tomato Grown under Salinity Stress. *Scientia Horticulturae*, 127(3), 228-233.
- Li Z, Wu N, Meng S, Wu F, Liu T. 2020. Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) Enhance The Tolerance of *Euonymus maackii* Rupr. at a Moderate Level of Salinity. *Plos one*, 15(4), e0231497.
- Malhi GS, Kaur M, Kaushik P, Alyemeni MN, Alsahli AA, Ahmad P. 2021. Arbuscular Mycorrhiza in Combating Abiotic Stresses in Vegetables: An Eco-Friendly Approach. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(2), 1465.
- Oztekin GB, Tuzel Y, Tuzel IH. 2013. Does Mycorrhiza Improve Salinity Tolerance in Grafted Plants?. *Scientia Horticulturae*, 149, 55-60.
- Parvin S, Van Geel M, Yeasmin T, Verbruggen E, Honnay O. 2020. Effects of Single and Multiple Species Inocula of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on The Salinity Tolerance of A Bangladeshi Rice (*Oryza Sativa* L.) Cultivar. *Mycorrhiza*, 30(4), 431-444.
- Patel D, Saraf M. 2013. Influence of Soil Ameliorants and Microflora on Induction of Antioxidant Enzymes and Growth Promotion of *Jatropha Curcas* L. under Saline Condition. *European journal of soil biology*, 55, 47-54.
- Porcel R, Aroca R, Azcon R, Ruiz-Lozano JM. 2016. Regulation of Cation Transporter Genes by The Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis in Rice Plants Subjected to Salinity Suggests Improved Salt Tolerance Due to Reduced Na⁺ Root-To-Shoot Distribution. *Mycorrhiza*, 26(7), 673-684.
- Qiu YJ, Zhang NL, Zhang LL, Zhang XL, Wu AP, Huang JY, Wang YH. 2020. Mediation of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Biochemical Parameters of *Ligustrum Vicaryi* in Response to Salinity. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 112, 101522.
- Rivero J, Álvarez D, Flors V, Azcón-Aguilar C, Pozo MJ. 2018. Root Metabolic Plasticity Underlies Functional Diversity in Mycorrhiza-Enhanced Stress Tolerance in Tomato. *New Phytologist*, 220(4), 1322-1336.
- Ruiz-Lozano JM, Porcel R, Azcón C, Aroca R. 2012. Regulation by Arbuscular Mycorrhizae of The Integrated Physiological Response to Salinity in Plants: New Challenges in Physiological and Molecular Studies. *Journal of Experimental Botany*, 63(11), 4033-4044.
- Santander C, Ruiz A, García S, Aroca R, Cumming J, Cornejo P. 2020. Efficiency of Two Arbuscular Mycorrhizal Fungal Inocula to Improve Saline Stress Tolerance in Lettuce Plants by Changes of Antioxidant Defense Mechanisms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(4), 1577-1587.

- Sellitto VM, Golubkina NA, Pietrantonio L, Cozzolino E, Cuciniello A, Cenvinzo V, Caruso G. 2019. Tomato Yield, Quality, Mineral Composition and Antioxidants as Affected by Beneficial Microorganisms under Soil Salinity Induced by Balanced Nutrient Solutions. *Agriculture*, 9(5), 110.
- Talaat NB, Shawky BT. 2014. Protective Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Plants Exposed to Salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 98, 20-31.
- Wang H, Liang L, Liu B, Huang D, Liu S, Liu R, Chen Y. 2020. Arbuscular Mycorrhizas Regulate Photosynthetic Capacity and Antioxidant Defense Systems to Mediate Salt Tolerance in Maize. *Plants*, 9(11), 1430.
- Wang Y, Zhang W, Liu W, Ahammed GJ, Wen W, Guo S, Sun J. 2021. Auxin is Involved in Arbuscular Mycorrhizal Fungi-Promoted Tomato Growth and NADP-Malic Enzymes Expression in Continuous Cropping Substrates. *BMC plant biology*, 21(1), 1-12.
- Zhang X, Gao H, Liang Y, Cao Y. 2021. Full-Length Transcriptome Analysis of Asparagus Roots Reveals The Molecular Mechanism of Salt Tolerance Induced by Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Environmental and Experimental Botany*, 185, 104402.

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

Radjaguguk B. 1990. Pengelolaan Produktivitas Lahan Gambut. Dalam: Aguslin, T., M.H. Abas dan Yurnalis (eds). *Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaian 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/p rog/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 melalui website jurnal agrosainstek atau ke alamat email : agrosainstek@gmail.com. Biaya cetak untuk naskah yang telah disetujui adalah **Rp. 200.000**.