



JURUSAN PRODUKSI PERTANIAN
POLITEKNIK NEGERI JEMBER



p-ISSN: 2549-2934
e-ISSN: 2549-2942



AGRIPRIMA

Journal of Applied Agricultural Sciences

VOL.7 NO.1
MARCH 2023



TENTANG KAMI:



AGRIPRIMA: *Journal of Applied Agricultural Sciences*
Vol. 7 No. 1, MARET 2023 (9 Artikel – 99 Halaman)
P-ISSN: 2549-2934 | E-ISSN: 2549-2942
Electronic Ver. <https://agriprima.polije.ac.id>

KONTAK PERSON:

Netty Ermawati, S.P., PhD.
Jl. Mastrip PO. Box 164 Jember
Telp. 082140238688
e-mail: agriprima.pp@gmail.com

PENERBIT | PENGELOLA:



Politeknik Negeri Jember | Jurusan Produksi Pertanian
Jl. Mastrip PO. Box 164, Sumbersari - Jember, Jawa Timur 68121
Telp. (0331) 333532-34 ext. 260 | fax. (0331) 333531
Website: <http://www.polije.ac.id> | e-mail: jpp@polije.ac.id

KOLABORASI:

1. Universitas Jember
2. Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan
3. Universitas Sebelas Maret Surakarta
4. Sains dan Teknologi Universitas Darusalam Gontor, Jatim
5. Universitas Malikussaleh, Aceh
6. Universitas Padjadjaran
7. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
8. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
9. Politeknik Negeri Lampung

FREKUENSI TERBITAN:

AgriPrima: *Journal of Applied Agricultural Sciences* diterbitkan 2 (*dua*) kali setahun, yaitu pada bulan Maret dan September. Artikel terpilih diterbitkan pada setiap edisi. Jurnal tersedia secara Elektronik dan Cetak.

FOKUS DAN RUANG LINGKUP:

AGRIPRIMA: Journal of Applied Agricultural Sciences adalah Jurnal Ilmu Pertanian Terapan yang menjadi sarana bagi peneliti untuk mempublikasikan hasil penelitiannya dalam lingkup pertanian secara luas meliputi bidang kajian pemuliaan tanaman, bioteknologi tanaman, teknologi produksi benih, perlindungan tanaman, ilmu tanah, nutrisi tanaman, teknologi pasca panen dan bidang ilmu pertanian lain yang berkaitan dengan peningkatan produksi tanaman pangan, hortikultura, perkebunan dan kehutanan. Agriprima mempublikasikan orisinal riset artikel, dan artikel teknis yang berhubungan dengan metode baru dan inovatif yang bermanfaat bagi masyarakat. Agriprima dikelola oleh Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember bekerjasama dengan Politeknik dan Fakultas Pertanian di Indonesia.

EDITOR IN CHIEF

Netty Ermawati, S.P., Ph.D.

EDITOR

Dwi Rahmawati, SP., MP.
Sepdian Luri Asmono, SST., MP.
Abdurrahman Salim, SSi., MSi.
Dr. Ir. Didik Pudji Restanto, MP.

COPY EDITOR

Putri Santika, S.ST., M.Sc.
Anni Nuraisyah, S.TP., M.Si.

LAYOUT EDITOR

Irma Harlianingtyas, S.Si., M.Si.
Rindha Rentina Darah Pertami, S.P., M.Si.
Afif Sugi Hendrianto, S.ST.

SEKRETARIAT

Indah Wahyu Pratiwi

REVIEWER DAN MITRA BESTARI

Dr. Reta, SP., MSi. (Politeknik Negeri Pangkep)
Dr. Ir. Mujiyo (Universitas Sebelas Maret Surakarta)
Dr. Parwi, SP., MP (Sains dan Teknologi Universitas Darusalam Gontor, Jatim)
Dr. Rosnina AG (Universitas Malikussaleh, Aceh)
Dr. Tri Handoyo, SP. (Universitas Jember)
Dr. Anne Nuraini (universitas Padjadjaran)
Yupi Isnaini, SP., MP. (LIPI, BRIN)
Yomi Guno (BPPT, BRIN)
Ir. Any Kusumastuti, MP. (Politeknik Negeri Lampung)
Sitti Inderiati, SP., MBIotech. (Politeknik Negeri Pangkep)
Dr. Ir. Nurul Sjamsijah, MP. (Politeknik Negeri Jember)
Dyah Nuning Erawati, SP., MP. (Politeknik Negeri Jember)

Informasi Publikasi:

AGRIPRIMA: Journal of Applied Agricultural Sciences (E-ISSN: 2549-2942) diterbitkan oleh Politeknik Negeri Jember tahun 2017, dan telah mendapatkan **akreditasi Sinta 3 (S3)** dari Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi pada tahun 2019. Terindex di Google Scholar, IOS Perpusnas, WorldCat, BASE, AcademicKey, dan PKP index. Informasi lengkap dapat diperoleh pada laman: <https://agriprima.polije.ac.id>

DAFTAR ISI CONTENTS

	Halaman Page
Induksi Mutasi <i>Protocorm Like Bodies</i> (PLBs) <i>Phalaenopsis</i> spp. Hybrids melalui Iradiasi Sinar Ultraviolet (UV ₂₅₄) dan <i>Ethyl Methane Sulfonate</i> (EMS) - <i>Agatha Sullivania Kurniadi; Fenny Irawati; Sulistyo Emantoko Dwi Putra; Popy Hartatie Hardjo</i>	1 – 15
Investigation of In Vitro Apocarotenoid Expression in Perianth of Saffron (<i>Crocus sativus</i> L.) Under Different Soil EC - <i>Mandana Mirbakhsh; Zahra Zahed; Sepideh Mashayekhi; Monire Jafari</i>	16 – 24
Keragaman Genetik Tanaman dan Produktivitas Tebu Klon Unggul Harapan SB 01, SB 03, SB 12 (<i>Saccharum Officinarum</i> L.) di Lahan Kering Sambiroto Mojokerto - <i>Setyobudi; Wiharyanti Nur Lailiyah; Descha Giatry Cahyaningrum; Rizqa Yuhda Rohmah</i>	25 – 39
Pemetaan Kesehatan Kebun Kelapa Sawit Berdasarkan Nilai <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (NDVI) Menggunakan Citra Landsat-8 Di Kebun PT. Wanapotensi Guna - <i>Nur Hadi Ageng Pangestu; Galuh Banowati</i>	40 – 49
Pengaruh Biopestisida Fobio dan Agens Hayati <i>Trichoderma</i> sp. terhadap Penyakit Layu Fusarium pada Bawang Merah - <i>Farisa; Dita Megasari; Sri Wiyatiningsih</i>	50 – 57
Evaluasi Penambahan Kalium pada AB-Mix terhadap Pertumbuhan Tiga Varietas Selada (<i>Lactuca sativa</i> L.) Hidroponik - <i>Olandino Tome Francisco Dorosario de Sousa; Kacung Hariyono; Parawita Dewanti</i>	58 – 71
Pengaruh Kehadiran Gulma pada Tanaman Sawi (<i>Brassica juncea</i> L.) terhadap sebelum dan setelah Pemberian Pupuk Limbah Udang – <i>Aditya Murtalaksono; Ratna Presanthi; Sri Andini Lestari; Muh. Adiwena</i>	72 – 78
Karakteristik Pupuk Cair Eco-Enzyme Berbahan Dasar Limbah Sayur dan Buah terhadap Kandungan Nutrisi dan Bahan Organik - <i>Ari Istanti; Aldy Bahaduri Indraloka; Sari Wiji Utami</i>	79 – 85
Keterkaitan Umur Panen dan Lama Waktu Curing dengan Produksi dan Mutu Benih Mentimun (<i>Cucumis sativus</i> L.) Galur MTH 15 - <i>Rahmat Ali Syaban; Suwardi; Sri Rahayu; Indrianingsih</i>	86 – 99



Induksi Mutasi *Protocorm Like Bodies (PLBs) Phalaenopsis spp. Hybrids* melalui Iradiasi Sinar Ultraviolet (UV₂₅₄) dan *Ethyl Methane Sulfonate (EMS)*

Induction of Protocorm-Like Bodies (PLBs) Phalaenopsis spp. Hybrids Mutation through Ultraviolet Irradiation (UV₂₅₄) and Ethyl Methane Sulfonate (EMS)

Author(s): Agatha Sullivan Kurniadi⁽¹⁾; Fenny Irawati⁽¹⁾; Sulistyio Emantoko Dwi Putra⁽¹⁾; Popy Hartatie Hardjo^{(1)*}

⁽¹⁾ Universitas Surabaya

* Corresponding author: poppy_hardjo@staff.ubaya.ac.id

Submitted: 31 Dec 2022

Accepted: 5 Feb 2023

Published: 31 Mar 2023

ABSTRAK

Phalaenopsis sp. merupakan spesies anggrek terbanyak yang diproduksi di Indonesia. Dibandingkan dengan pemuliaan secara konvensional, induksi mutasi dengan menggunakan mutagen, seperti sinar ultraviolet-C ($\lambda = 254$ nm) (UV₂₅₄) dan *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS), dapat meningkatkan probabilitas didapatkannya varian anggrek unggul baru. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan mutan yang secara fenotipe memiliki kenampakan visual yang berbeda dari *Phalaenopsis* spp. hybrids *wild type*. Terdapat 4 durasi iradiasi UV₂₅₄ yang digunakan: 5' menyala, 85' mati; 10' menyala, 80' mati (masing-masing selama 1 hari dan 7 hari); 4 konsentrasi EMS yang digunakan: 0,05%; 0,06%; 0,07%; 0,08% dengan durasi perendaman selama 6 jam; durasi iradiasi UV₂₅₄ terpilih (5' menyala, 85' mati selama 7 hari) dikombinasikan dengan 4 konsentrasi EMS. Perlakuan iradiasi UV₂₅₄ (5' menyala, 85' mati (1 hari dan 7 hari); 10' menyala, 80' mati (7 hari)) menghasilkan beberapa mutan dengan fenotipe daun yang secara visual berbeda dari *wild type*; perlakuan 0,05% EMS menghasilkan PLBs mutan yang secara visual berukuran lebih besar dari *wild type*; perlakuan 0,08% EMS dan perlakuan kombinasi (pada EMS dengan konsentrasi 0,05% dan 0,08%) menghasilkan PLBs albino yang tidak mampu tumbuh. Dalam penelitian ini, induksi mutasi menggunakan UV₂₅₄ dan EMS menghasilkan planlet yang kemungkinan besar merupakan mutan dengan perbedaan visual yang mungkin lebih diinginkan daripada *wild type*.

Kata Kunci:

EMS,
Fenotipe,
Mutasi,
Perlakuan
Kombinasi,
UV₂₅₄.

ABSTRACT

Keywords:

EMS,
Phenotype,
Mutation,
Combination
Treatmen,
UV₂₅₄.

Phalaenopsis sp. is the most-produced orchid species in Indonesia. Compared to conventional breeding, mutation induction by using mutagens, such as Ultraviolet Light-C ($\lambda = 254$ nm) (UV₂₅₄) and *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS), could probably result in new superior orchid variants. This research aims to get some mutants with phenotypes that have visual differences in the *Phalaenopsis* spp. hybrids *wild type*. There were 4 durations of UV₂₅₄ irradiation: 5' on, 85' off; 10' on, 80' off (1 day and 7 days for each treatment); 4 concentrations of EMS used in this research: 0.05%; 0.06%; 0.07%; 0.08% for 6 hours of immersion; selected UV₂₅₄ irradiation (5' on, 85' off (7 days)) combined with these concentrations. UV₂₅₄ irradiation treatment (5' on, 85' off (1 day and 7 days); 10' on, 80' off (7 days)) resulted in some mutants with leaf phenotypes that were visually different from the wild type; 0.05% EMS treatment resulted in PLBs mutant with a visually larger size than the wild type; 0.08% EMS treatment and combination treatments (for EMS 0.05% and 0.08% for each treatment) resulted in non-growing albino PLBs. Hence, mutation induction using UV₂₅₄ and EMS in this research produced several most likely mutants having visual differences that may be more desirable than the wild type.



INTRODUCTION

According to the Indonesian Central Bureau of Statistics, orchids are the most-produced floriculture crop in 2020 when compared to other ornamental plants. *Phalaenopsis* sp., known as the moth orchid, is the most popular species and sales reach 75% of the various types of orchids traded in Indonesia, which have unique characteristics, including appealing blossoms with a butterfly shape, huge flowers that can endure up to two months before dropping off, and flowers with a variety of colors and shapes that allow for future development (Sulistianingsih & Purwantoro, 2012; Zahara, 2017). The cross-breeding method can be used to create a new hybrid of the characteristics of the parents to increase the variety of orchids. However, this approach has a low chance of producing crosses with the desired characteristics and is difficult to transmit consistently (Romiyadi et al., 2018). In vitro plant breeding and propagation is one approach that can be used to modify the nature of orchids, from their appearance to their growing capacity. Using in vitro mutation treatment, both chemical and physical mutagens can be used to develop new, superior varieties of orchids, which can relatively accelerate the formation of mutants while expanding the possibilities for variations in orchids (Qosim et al., 2016). The resulting mutants are expected to increase the variety of orchids as well as their selling price.

UV₂₅₄ light constitutes one of the physical mutagens which can induce mutations because it triggers spontaneous changes and the production of new genetic variations, such as causing color variations in flowers (Li et al., 2021). The physical mutagen commonly used for orchids is gamma rays because they can increase vegetative genetic variation in plants (Damayanti, 2021). However, these mutagens have enormous energy and cannot be used carelessly. Magdalita et al. (2019)

said that germinating embryos of *Phalaenopsis aphrodite* irradiated with 15 Gy gamma rays showed a faster flowering response than the wild type. Irradiating gamma rays on *Phalaenopsis amabilis* plantlets that are ready to be acclimatized and getting a radiation dose of 25 Gy (Widiarsih & Dwimahyani, 2013). Surya et al. (2016) said that gamma rays above 300 Gy cause a reduction in the percentage of germination in the M1 generation of *Rubus lineatus* and *Rubus chrysophytes*. Radiation with UV light of 200–280 nm produces carnation plants that flower quickly and are shorter (Afza & Iriawati, 2016). Research by Castronuovo et al. (2017) showed a drastic decrease in chlorophyll content due to exposure to UV-C light after 30; 60; and 120 minutes of exposure to *Echinacea purpurea* and *Taraxacum officinale* flowers.

EMS is of chemical mutagen which can trigger alkylation and is most likely to cause gene mutations (Talebi et al., 2012). According to Li et al. (2021), there have been no studies related to mutations caused by chemical mutagens belonging to alkylating agents that cause high heterozygosity in orchids. Mutation induction, which has been proven successful in several studies, utilizes the polyploidization breeding method, using colchicine and nitric oxide (NO) mutagens in *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Oncidium*, and *Phalaenopsis* orchids (Li et al., 2021). Romiyadi et al. (2018) induced mutations by using EMS concentrations shown indicated interactions with three *Phalaenopsis* spp. hybrid species on root variables. Qosim et al. (2016) showed that soaking EMS for 12 hours with a concentration of 0.025% and 0.05% affected the formation of shoots from *Phalaenopsis* spp. hybrids. In other crops, such as sugarcane, EMS is used to improve genetics so as to produce high yields (Avivi et al., 2022).

This research aims to study and determine the effect of mutation induction treatment with UV₂₅₄ irradiation and

immersion in EMS with several concentrations on measurable and visible morphological differences. The orchids whose PLBs were used as explants were hybrid orchids from a cross between *Doritaenopsis* sp. × *Phalaenopsis elegant* 'Karin Aloha'. Through mutation treatment with UV irradiation and immersion in EMS in vitro on PLBs from *Phalaenopsis* spp. hybrids, it is expected to obtain new superior orchid variants.

METHODOLOGY

This research was carried out at the University of Surabaya. Some tools were used in this research, such as Laminar Air Flow (LAF) Cabinet, petri dish, UV box incubator, tweezers, analytical scale, culture bottles, and Bunsen burner, whereas the material used in this research were PLBs from *Phalaenopsis* spp. hybrids from a cross between *Doritaenopsis* sp. × *Phalaenopsis elegant* 'Karin Aloha', UV-C light ($\lambda = 254$ nm), EMS (Sigma), DMSO, MS medium, 6-Benzyl Amino Purine (BAP), Naphthalene Acetic Acid (NAA), sucrose, gel agent, and 96% alcohol.

PLBs were grown in vitro condition using an MS medium with the addition of BAP and NAA hormones. Then the PLBs were exposed to four different UV₂₅₄ exposure durations: 5' on, 85' off; 10' on, and 80' off (1 day and 7 days for each treatment). Each treatment was repeated five times with twenty clumps per petri dish. Parameters measured included: the average increase in the number of PLBs, PLBs color change, the percentage of regeneration, the survival rate of PLBs, the average percentage of albino PLBs, and the percentage of mutants. Based on these parameters, explants from one duration with the most optimum results were selected to be immersed in EMS as a combination treatment.

By calculating the LC₅₀ value using the probit analysis method and getting an

LC₅₀ value of 0.05% after 6 hours of soaking, the treatment was started. Then, with a 6-hour immersion period, four concentrations were chosen: 0.05%, 0.06%, 0.07%, and 0.08%. According to the following procedure, the EMS reagent was made by dissolving EMS in distilled water and 2% DMSO (Hadebe et al., 2017).

Required EMS rate (mL)

$$\frac{\text{EMS concentration} \times (\text{aquades} + \text{DMSO}2\%)}{100}$$

Example: 0.02% EMS

$$= \frac{0.02 \times (39.2 + 0.8)}{100} \\ = 0,016 \text{ mL EMS}$$








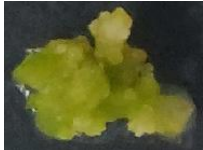



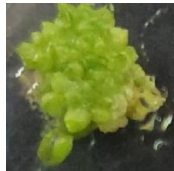








PLBs were immersed for 6 hours in EMS reagent with a concentration of 0.05%; 0.06%; 0.07%; and 0.08%. After that, the PLBs were rinsed and drained, then planted on *in vitro* medium. Each treatment was repeated five times with twenty clumps per petri dish. The parameters measured were the same as the UV₂₅₄ irradiation treatment.

Combination treatment was carried out by immersing the PLBs that had been irradiated with the optimum duration of UV₂₅₄ (5' on, 85' off (7 days)) in EMS with concentrations of: 0.05%; 0.06%; 0.07%; and 0.08%. Then the PLBs were rinsed and drained, then planted on *in vitro* medium. Each treatment was repeated five times with twenty clumps per petri dish. The parameters measured were the same as the UV₂₅₄ irradiation treatment.

Kruskal-Wallis and Mann-Whitney test ($\alpha=5\%$) for identifying the differences between treatments were used in data analysis using the SPSS program for the parameter of the average increase in the number of PLBs and PLBs color change. The PLBs color reference scale uses the standards that have been made (Table 1).

Table 1. Color scale reference for PLBs

Tabel 1. Referensi skala warna untuk PLBs

Score <i>Skor</i>	Color <i>Warna</i>	Color Reference <i>Referensi Warna</i>	Score <i>Skor</i>	Color <i>Warna</i>	Color Reference <i>Referensi Warna</i>
1	Black 		6	Chartreuse Green 	
2	Grey 		7	Lime Green 	
3	Brown 		8	Pear Green 	
4	White 		9	Shamrock Green 	
5	Yellow 		10	Emerald Green 	

Other parameters (percentage of regeneration, average percentage of live PLBs, and average percentage of albino PLBs) were obtained by averaging the results per treatment. The percentage of mutants was obtained by calculating the number of mutants with the same character compared to all surviving mutants per treatment. Explants that have visually different phenotypes to the wild type are referred to as mutants and are analyzed descriptively.

RESULT AND DISCUSSION

UV₂₅₄ Irradiation Treatment

At various durations, there was a decrease in measured phenotype parameters (mean number of PLBs, PLBs color, PLBs regenerated, survival rate, and percentage of albino) compared to the wild

type (Table 2). UV₂₅₄ irradiation in 5' on, 85' off for 7 days treatment had a decrease that was not significantly different from the wild type and had the highest average survival rate compared to other durations. This can be due to PLB mutations which occur randomly and form pyrimidine dimers which have an impact on increasing their multiplicative ability although not as well as the wild type. Radiation with UV-C light ($\lambda=100-280$ nm) causes chromosome damage due to the wavelength energy absorbed by purines and pyrimidines which results in transitions between guanine-cytosine and adenine-thymine nitrogen base pairs (Yulianto et al., 2019).

Damage that occurs due to UV₂₅₄ radiation causes 10 minutes to be more severe as seen from the presence of browning. The mutations that occur cause

Table 2. Effect of duration of exposure to UV₂₅₄ on measured parameters in 7 weeks after planting (WAP) explants

Tabel 2. Pengaruh durasi paparan UV₂₅₄ pada parameter terukur pada eksplan berusia 7 minggu setelah tanam (MST)

Treatment <i>Perlakuan</i>	Average Increase in Number of PLBs ¹ <i>Rerata Peningkatan Jumlah PLB¹</i>	Color ^{1,2} <i>Warna^{1,2}</i>	Regeneration (%) <i>Regenerasi (%)</i>	Survival Rate (%) <i>Tingkat Survival (%)</i>	Albino (%) <i>Albino (%)</i>
Wild type	14 ± 6.10 ^a	6 ^a	3	70 ± 14.22	2 ± 1.5
5' on, 85' off for 1 day	4 ± 2.10 ^b	6 ^a	30	44 ± 4.64	0
10' on, 80' off for 1 day	0 ^c	4 ^b	49	16 ± 10.74	0
5' on, 85' off for 7 days	13 ± 6.86 ^a	6 ^a	9	66 ± 4.89	1 ± 0.83
10' on, 80' off for 7 days	0 ^d	4 ^b	26	15 ± 4.38	0

Note:

1= numbers followed by the same letter in the same column indicate results that are not significantly different, with the Mann-Whitney test ($\alpha=5\%$); 2 = refers to Table 1.

1= Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama mengindikasikan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji Mann-Whitney ($\alpha=5\%$); 2 = merujuk pada Tabel 1.

the cells to produce secondary metabolites in the epidermal tissue in the form of phenolic compounds (Müller-Xing et al., 2014). Explant mortality can be carried on by browning from cell damage that results in the production of phenolic chemicals as well as by disruptions in the genome brought on by the induction of mutations.

A decrease in the capacity to produce chlorophyll may be the cause of albino PLBs. This result is similar to the research from Afza & Iriawati (2016), UV₂₅₄ radiation has an inhibitory effect on carnation plants, resulting in reduced chlorophyll levels, shorter plant segments, and suppression of axillary shoots.

Many absorbing hairs were grown on the surface of PLBs that had been given the UV₂₅₄ treatment (5' on, 85' off for 7 days) (Figure 1). PLBs contain absorbing hairs that have a fine hair-like appearance at the base and do not cover the bipolar poles (Mose et al., 2017). Absorbing hair can optimize the absorption of nutrients and water (Ningrum et al., 2017; Novak et al., 2014). This complimentary tool also plays a role in the ability of PLBs to recover as

well as correlated with the speed of growth and multiplication of PLBs.



Figure. 1. Absorbing hair on PLBs surface induced by UV₂₅₄ (5' on, 85' off (7 days))

Gambar 1. Absorbing hair pada permukaan PLBs yang diinduksi dengan UV₂₅₄ (5' menyala, 85' mati (7 hari))

PLBs that generate new leaves and/or roots are referred to as regenerating PLBs. As can be observed, the amount of PLBs that regenerate depends on how long they are exposed to UV₂₅₄, with a one-day

treatment resulting in a higher proportion of PLBs than a seven-day treatment (Table 2). This may be related to the reasons that PLBs take longer to recover from long exposures, which can cause more severe damage, and that cells are more concerned with maintaining their viability than with regenerating.

Immersion of EMS

In this research, the EMS single and combination treatments were compared to the wild type using a mutagen solvent control (distilled water + DMSO 2%) in both cases. DMSO has an antibacterial effect, can enhance cell division and cell biomass, and is employed as a solvent for water-insoluble chemicals and mutagens like EMS (Xia Chen & Thibeault, 2013).

Table 3. Comparison of wild type with mutagen solvent (distilled water + DMSO 2%) to the measured parameters in 7 weeks after planting (WAP) explants

Tabel 3. Perbandingan dari wild type dengan pelarut mutagen (akuades + DMSO 2%) pada parameter terukur pada eksplan berusia 7 minggu setelah tanam (MST)

Treatment	Average Increase in Number of PLBs ¹	Color ^{1,2}	Regeneration (%)	Survival Rate (%)	Albino (%)
<i>Perlakuan</i>	<i>Rerata Peningkatan Jumlah PLB¹</i>	<i>Warna^{1,2}</i>	<i>Regenerasi (%)</i>	<i>Tingkat Survival (%)</i>	<i>Albino (%)</i>
Wild type	14 ± 6.10 ^a	6 ^a	3	70 ± 14.22	2 ± 1.5
0% EMS	16 ± 8.91 ^a	6 ^a	4	96 ± 1.25	1 ± 0.80
0% EMS for the combination treatment	10 ± 5.38 ^b	6 ^a	37	82 ± 9.71	7 ± 4.18

Note:

1= numbers followed by the same letter in the same column indicate results that are not significantly different, with the Mann-Whitney test ($\alpha=5\%$); 2 = refers to Table 1.

1= Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama mengindikasikan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji Mann-Whitney ($\alpha=5\%$); 2 = merujuk pada Tabel 1.

Table 4. Effect of EMS concentrations on measured parameters in 7 weeks after planting (WAP) explants

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi EMS pada parameter terukur pada eksplan berusia 7 minggu setelah tanam (MST)

Treatment	Average Increase in Number of PLBs ¹	Color ^{1,2}	Regeneration (%)	Survival Rate (%)	Albino (%)
<i>Perlakuan</i>	<i>Rerata Peningkatan Jumlah PLB¹</i>	<i>Warna^{1,2}</i>	<i>Regenerasi (%)</i>	<i>Tingkat Survival (%)</i>	<i>Albino (%)</i>
Wild type	14 ± 6.10 ^a	6 ^a	3	70 ± 14.22	2 ± 1.5
0% (solvent control)	16 ± 8.91 ^a	6 ^a	4	96 ± 1.25	1 ± 0.80
0.05%	4 ± 2.48 ^{bcd}	4 ^c	0	69 ± 4.32	53 ± 20.58
0.06%	4 ± 2.14 ^{cd}	4 ^c	13	42 ± 15.32	37 ± 19.92
0.07%	5 ± 2.44 ^{bc}	5 ^{bc}	6	54 ± 12.80	63 ± 22.54
0.08%	3 ± 1.56 ^d	4 ^c	8	45 ± 18.80	96 ± 3.70

Note:

1= numbers followed by the same letter in the same column indicate results that are not significantly different, with the Mann-Whitney test ($\alpha=5\%$); 2 = refers to Table 1.

1= Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama mengindikasikan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji Mann-Whitney ($\alpha=5\%$); 2 = merujuk pada Tabel 1.

The function of solvent control is to guarantee that the solvent has no mutation effect so that the mutagen effect can be accurately assessed. The results indicate that none of the two solvent controls has a mutation effect, allowing the solvent to be used (Table 3).

Giving EMS at a specific concentration affects the observed parameters since the concentration used exceeds the LC_{50} EMS value and results in increased PLB mortality (Table 4). High levels of EMS exposure can interfere with the function of enzymes involved in the germination process and inhibit auxin production from taking (Arisha et al., 2014). The optimal EMS concentration is 0.05% EMS, with a higher survival rate than other concentrations. The percentage of albinos at various EMS concentrations is high, indicating that this response is a response to cell damage. PLBs that survive will exhibit growth. Albinism can be caused by chlorophyll mutations, which result in discoloration due to a lack of chlorophyll. PLBs are unable to form chlorophyll or lose the ability to do so in all parts of the cell exposed to the mutagen (Romeida et al., 2012). 0.05% EMS can cause changes in the color of the leaves of *Aerides crispera* Lindl. from green to white due to a lack of chlorophyll (Srivastava et al., 2018).

Secondary PLB grew and regenerated from the leaf tips of PLBs exposed to 0.05% EMS as a result of the leaves coming into contact with *in vitro* medium (Figure 2). PLBs can be induced to proliferate by using leaves, and these PLBs grow from the epidermal cells of the leaves, which can then be regenerated to form plantlets (Chookoh et al., 2019; Huang et al., 2014).

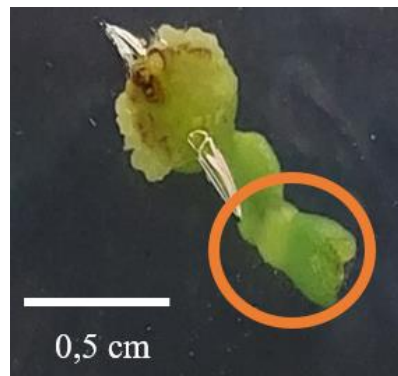


Figure. 2. Mutant secondary PLB formed from leaf tips induced by 0.05% EMS. Remarks: marked with an orange circle.

Gambar 2. PLB sekunder mutan yang terbentuk pada ujung daun yang diinduksi dengan 0,05% EMS. Keterangan: ditandai dengan lingkaran oranye.

Combination Treatment of UV_{254} Light Irradiation and EMS

The mutagens used in this research can cause random mutagenesis. Although the dose and duration can be planned, the results are difficult to predict (Mullins et al., 2021). The survival rate increased as the concentration increased, but the average albino percentage increased as immersion concentration increased (Table 5). These albino PLBs did not exhibit any signs of growth or death. The percentage of albinos in the combination treatment was generally lower than in the single EMS treatment, which could be due to PLBs already receiving UV_{254} irradiation treatment, which may affect their increasing tolerance to EMS toxicity, allowing for less depigmentation.

This combination treatment was carried out continuously by exposing PLBs to UV_{254} light, then observing them for 7 weeks before immersing them in EMS, causing PLBs to require time to recover and adapt from cell damage caused by mutagens. Furthermore, it may cause more PLBs to develop chlorosis as a result of ongoing cell damage.

Table 5. Effect of combination treatment of UV₂₅₄ exposure and various EMS concentrations on measured parameters in 7 weeks after planting (WAP) explants

Tabel 5. Pengaruh perlakuan kombinasi paparan UV₂₅₄ dan variasi konsentrasi EMS pada parameter terukur pada eksplan berusia 7 minggu setelah tanam (MST)

Treatment Perlakuan	Average Increase in Number of PLBs ¹ Rerata Peningkatan Jumlah PLB ¹	Color ^{1,2} Warna ^{1,2}	Regeneration (%) Regenerasi (%)	Survival Rate (%) Tingkat Survival (%)	Albino (%) Albino (%)
Wild type	14 ± 6.10 ^a	6 ^a	3	70 ± 14.22	2 ± 1.5
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0% EMS (solvent control)	10 ± 5.38 ^b	6 ^{ab}	37	82 ± 9.71	7 ± 4.18
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.05% EMS	6 ± 2.99 ^b	4 ^b	10	50 ± 10.57	17 ± 10.36
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.06% EMS	4 ± 1.98 ^{bc}	4 ^b	10	56 ± 10.33	57 ± 17.69
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.07% EMS	5 ± 2.69 ^{bc}	4 ^b	20	62 ± 9.07	43 ± 13.63
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.08% EMS	5 ± 1.95 ^{bc}	4 ^b	0	69 ± 6.32	71 ± 10.94

Note:

1= numbers followed by the same letter in the same column indicate results that are not significantly different, with the Mann-Whitney test ($\alpha = 5\%$); 2 = refers to Table 1.

1= Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama mengindikasikan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji Mann-Whitney ($\alpha = 5\%$); 2 = merujuk pada Tabel 1.

The results of this research revealed that EMS 0.06% performed better as compared to EMS 0.07% (in both single treatment and treatment). This can be caused by EMS, which is unstable at 0.07% concentrations, reducing its mutagenic effect. EMS is a water-soluble reagent, but it will be decomposed by water during storage, rendering it unstable (Amini, 2014).

Most Likely Mutant Phenotype Character

Most likely mutant explants at 7 WAP were classified based on their proliferative ability, and after forming plantlets, they were classified based on the visual difference in plantlet phenotype to

the wild type (Table 6; Table 7). In this research, plantlets with characters that are visually different from the wild type are referred to as mutants because they have the potential to become mutants, but the further characterization is needed. At 7 WAP, the UV₂₅₄ treatment (5' on, 85' off for 1 day) produced the highest percentage of mutants with various multiplication abilities. In general, the UV₂₅₄ radiation treatment produced mutants with different leaf characters from the wild type, some EMS treatments produced mutants with visual differences from the wild type, and some combination treatments and EMS produced albino mutants that did not grow (Table 7).

Table 6. Percentage of mutant PLBs with various characteristics of multiplication capability resulting from various mutation induction treatments in 7 weeks after planting (WAP) explants

Tabel 6. Persentase mutan PLBs dengan karakteristik kemampuan multiplikasi dari berbagai perlakuan induksi mutasi pada eksplan berusia 7 minggu setelah tanam (MST)

Treatment Perlakuan	Mutant Multiplication Characteristics			Number of Mutant Jumlah Mutan	Mutant Percentage (%) (Ratio)
	Karakteristik Multiplikasi Mutan				
	Slow Lambat	Stagnant Stagnan	Fast Cepat		
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 1 day)	5	10	2	17	45 ($\frac{17}{38}$)
UV ₂₅₄ (10' on, 80' off for 1 day)	2	4	1	7	23 ($\frac{7}{30}$)
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days)	14	2	4	20	27 ($\frac{20}{75}$)
UV ₂₅₄ (10' on, 80' off for 7 days)	4	0	2	6	33 ($\frac{6}{18}$)
0.05% EMS	0	2	5	7	32 ($\frac{7}{22}$)
0.06% EMS	0	2	2	4	17 ($\frac{4}{23}$)
0.07% EMS	0	0	3	3	14 ($\frac{3}{22}$)
0.08% EMS	2	1	1	4	19 ($\frac{4}{21}$)
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.05% EMS	2	1	2	5	22 ($\frac{5}{23}$)
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.06% EMS	0	3	2	5	18 ($\frac{5}{28}$)
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.07% EMS	0	3	1	4	16 ($\frac{4}{25}$)
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.08% EMS	6	5	1	12	35 ($\frac{12}{34}$)

Table 7. Percentage of mutant plantlets from various mutation induction treatments

Tabel 7. Persentase mutan planlet dari berbagai perlakuan induksi mutasi

Treatment <i>Perlakuan</i>	Mutant Age (WAP ¹) <i>Umur Mutan</i> (MST ¹)	Mutant Percentage (%) (Ratio ²)	Mutant Characteristic <i>Karakteristik Mutan</i>
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 1 day)		15 ($\frac{2}{13}$)	Wavy leaf edges (Figure 3B)
UV ₂₅₄ (10' on, 80' off for 1 day)		0 ($\frac{0}{2}$)	-
	44	3 ($\frac{1}{37}$)	Leaves bases with purplish color and have rounded roots (Figure 3C)
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days)		3 ($\frac{1}{37}$)	Elongated and twisted leaves (Figure 3D)
		3 ($\frac{1}{37}$)	Inward-curved leaf shape (Figure 3E)
		3 ($\frac{1}{37}$)	The leaves are shaped like a heart. (Figure 3F)
		3 ($\frac{1}{37}$)	Explant growth is slower and has a flat leaf tip (Figure 3G)
		3 ($\frac{1}{37}$)	Rounded leaf (Figure 3H)
		3 ($\frac{1}{37}$)	White spots on the leaf (Figure 3I)
UV ₂₅₄ (10' on, 80' off for 7 days)		25 ($\frac{1}{4}$)	The yellow color on half of the leaf side and root (Figure 3J)
		25 ($\frac{1}{4}$)	Roots with 3 different colors (Figure 3K)
0.05% EMS		10 ($\frac{2}{21}$)	PLBs that are larger than the wild type (Figure 4B)
0.06% EMS	14	0 ($\frac{0}{2}$)	-
0.07% EMS		0 ($\frac{0}{19}$)	-
0.08% EMS		37 ($\frac{11}{30}$)	Non-growing albino PLBs (Figure 4C)
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.05% EMS		27 ($\frac{3}{11}$)	Non-growing albino PLBs
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.06% EMS	17	0 ($\frac{0}{3}$)	-
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.07% EMS		0 ($\frac{0}{11}$)	-
UV ₂₅₄ (5' on, 85' off for 7 days) + 0.08% EMS		8 ($\frac{3}{37}$)	Non-growing albino PLBs

Note:

1 = Week After Planting; 2 = presented in the percentage of mutants with different phenotypic characters from the wild type from the total number of surviving mutants.

1 = Minggu Setelah Tanam; 2 = disajikan dalam persentase mutan dengan karakter fenotip berbeda dari tipe liar dari jumlah total mutan yang bertahan

The mutants produced by UV₂₅₄ irradiation showed differences in leaf phenotypes when compared to the wild type, with the resulting various forms (Figure 3). The UV₂₅₄ treatment (10' on, 80' off for 1 day) prevented mutants from forming and surviving. Treatment with various EMS concentrations revealed the presence of PLBs that were larger than the wild type as well as the presence of non-growing albino PLBs (Figure 4). The combination treatment also produced non-growing albino PLBs. Aside from mutagens, factors influencing PLB growth response include differences in PLB characteristics because one orchid contains

hundreds to thousands of seeds that are sown and grown together *in vitro* and are not uniform in nature. Seed propagation results in heterozygous offspring (Utami et al., 2022).

The mutants obtained must be selected and further characterized in terms of genetic stability and mutant tolerance to extreme conditions that are not appropriate for their agro climate. The mutants that have been obtained must first be raised for the flowers that form to be identified, and it is hoped that the mutants that form will also produce unique flowers. The mutations induced in PLBs in this study resulted in



Figure 3. Mutant plantlets obtained from UV₂₅₄ irradiation treatment: wild type (a), mutants from 5' on, 85' off (1 day) treatment (b), mutants from 5' on, 85' off (7 days) treatment (c to i), mutants from 10' on, 80' off (7 days) treatment (j and k).

Gambar 3. Planlet mutan yang didapatkan dari perlakuan iradiasi UV₂₅₄: wild type (a), mutan dari perlakuan 5' menyala, 85' mati (1 hari) (b), mutan dari perlakuan 5' menyala, 85' mati (7 hari) (c sampai i), mutan dari perlakuan 10' menyala, 80' mati (j dan k).

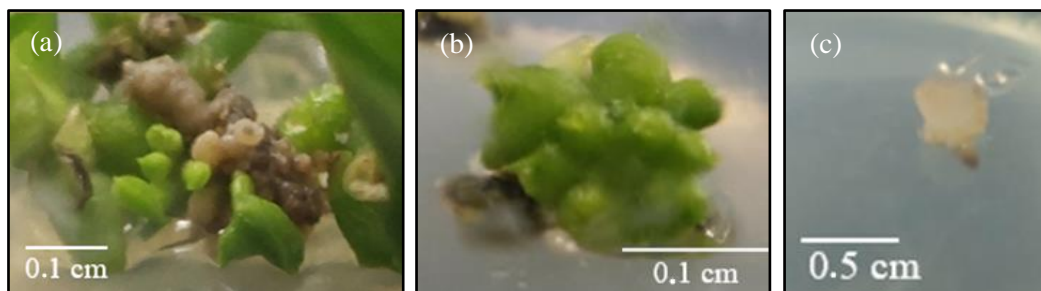


Figure 4. Mutant PLBs obtained from EMS treatment: wild type (a), mutants from 0.05% EMS (b), mutants from 0.08% EMS (c).

Gambar 4. PLBs mutan dari perlakuan EMS: wild type (a), mutan dari 0,05% EMS (b), mutan dari 0,08% EMS (c).

undirected mutations; the results obtained should be subjected to molecular analysis to ensure that mutations occur.

The mutants obtained must be selected and further characterized in terms of genetic stability and mutant tolerance to extreme conditions that are not appropriate for their agro climate. The mutants that have been obtained must first be raised for the flowers that form to be identified, and it is hoped that the mutants that form will also produce unique flowers. The mutations induced in PLBs in this study resulted in undirected mutations; the results obtained should be subjected to molecular analysis to ensure that mutations occur.

CONCLUSION

Mutation induction through UV₂₅₄ irradiation (5' on, 85' off (1 day and 7 days) and 10' on, 80' off (7 days)) produced mutants with phenotype leaf shape and color which were visually different from the wild type (wavy leaf edges, leaves bases with purplish color, elongated and twisted leaves, inward-curved leaf, flat leaf tip, rounded leaf, leaf with white spots, and yellow color on half of the leaf side); 0.05% EMS resulted in PLBs mutant with a visually larger size than the wild type; 0.08% EMS and combination treatments (0.05% and 0.08% EMS for each treatment) resulted in non-growing albino PLBs.










ACKNOWLEDGEMENT








This research was funded by Campus Intellectual Product Business Development Program Grant [*Hibah Program Pengembangan Usaha Produk Intelektual Kampus (PPUPIK)*] Kemendikbud-Ristek 2021 with contract no. 004/SPP-PPM/LPPM-02/DRPM/FTB/IV/ 2021 (on behalf of Dr.rer.nat. Sulistyono Emantoko Dwi Putra). All experiments were conducted in the Faculty of Biotechnology, University of Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afza, H., & Iriawati, N. (2016). Pengaruh Iradiasi Ultraviolet terhadap Multiplikasi Tunas Aksiler dan Kadar Klorofil Anyelir (*Dianthus caryophyllus* L.). *Buletin Plasma Nutfah*, 21(1), 39. <https://doi.org/10.21082/blpn.v21n1.2015.p39-46>
- Amini, M. (2014). Ethyl Methanesulfonate. In *Encyclopedia of Toxicology* (Third, pp. 522–524). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.01124-6>
- Arisha, M. H., Liang, B.-K., Muhammad Shah, S. N., Gong, Z.-H., & Li, D.-W. (2014). Kill curve analysis and response of first generation *Capsicum annum* L. B12 cultivar to ethyl methane sulfonate. *Genetics and Molecular Research*, 13(4), 10049–10061.


<https://doi.org/10.4238/2014.November.28.9>

- Avivi, S., Hariyono, K., Hartatik, S.,  Pertanian, F., & Jember, U. (2022). Analisis Pendugaan Parameter Genetik pada Genotipe Tebu Mutan. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 6(2), 124–134. <https://agriprima.polije.ac.id/index.php/journal/article/view/v6i2-c>
- Castronuovo, D., Sofo, A., Lovelli, S.,  Candido, V., & Scopa, A. (2017). Effects of UV-C Radiation on Common Dandelion and Purple Coneflower: First Results. *International Journal of Plant Biology*, 8(1), 7255. <https://doi.org/10.4081/pb.2017.7255>
- Chookoh, N., Chiu, Y.-T., Chang, C., Hu,  W.-H., & Dai, T.-E. (2019). Micropropagation of Tolumnia Orchids through Induction of Protocorm-like Bodies from Leaf Segments. *HortScience*, 54(7), 1230–1236. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13747-18>
- Damayanti, F. (2021). Potensi Pemuliaan Mutasi Radiasi sebagai upaya Peningkatan Variasi Genetik pada Tanaman Hias. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 1(2), 78. <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v1i2.9300>
- Hadebe, S. T., Modi, A. T., & Shimelis, H.  A. (2017). Determination of optimum ethylmethanesulfonate conditions for chemical mutagenesis of selected vernonia (*Centrapalus pauciflorus*) accessions. *South African Journal of Plant and Soil*, 34(4), 311–317. <https://doi.org/10.1080/02571862.2017.1317851>
- Huang, Y.-W., Tsai, Y.-J., Cheng, T.-C.,  Chen, J.-J., & Chen, F.-C. (2014). Physical wounding and ethylene stimulated embryogenic stem cell proliferation and plantlet regeneration in protocorm-like bodies of *Phalaenopsis* orchids. *Genetics and Molecular Research*, 13(4), 9543–9557. <https://doi.org/10.4238/2014.November.12.3>
- Li, C., Dong, N., Zhao, Y., Wu, S., Liu, Z., &  Zhai, J. (2021). A review for the breeding of orchids: Current achievements and prospects. *Horticultural Plant Journal*, 7(5), 380–392. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2021.02.006>
- Magdalita, P., San Pascual, A., & Villareal, R. (2019). Characterization and Flowering Behavior of Eleven Philippine Native *Phalaenopsis* Species and Gamma Irradiation Effects on *Phalaenopsis aphrodite*. *Philippine Journal of Science*, 149(S1), 1–10. <https://doi.org/10.56899/149.S1.01>
- Mose, W., Indrianto, A., Purwantoro, A., &  Semiarti, E. (2017). The Influence of Thidiazuron on Direct Somatic Embryo Formation from Various Types of Explant in *Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume Orchid. *HAYATI Journal of Biosciences*, 24(4), 201–205. <https://doi.org/10.1016/j.hjb.2017.11.005>
- Müller-Xing, R., Xing, Q., & Goodrich, J.  (2014). Footprints of the sun: memory of UV and light stress in plants. *Frontiers in Plant Science*, 5(SEP), 474. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00474>
- Mullins, E., Bresson, J.-L., Dalmay, T.,  Dewhurst, I. C., Epstein, M. M., Firbank, L. G., Guerche, P., Hejatko, J., Moreno, F. J., Naegeli, H., Nogué, F., Sánchez Serrano, J. J., Savoini, G., Veromann, E., Veronesi, F., Casacuberta, J., Lenzi, P.,


- Munoz Guajardo, I., Raffaello, T., & Rostoks, N. (2021). In vivo and in vitro random mutagenesis techniques in plants. *EFSA Journal*, 19(11). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6611>
-  Ningrum, E. F. C., Rosyidi, I. N., Puspasari, R. R., & Semiarti, E. (2017). Perkembangan Awal Protocorm Anggrek *Phalaenopsis amabilis* secara In Vitro setelah Penambahan Zat Pengatur Tumbuh α -Naphthaleneacetic Acid dan Thidiazuron. *Biosfera*, 34(1), 9. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2017.34.1.393>
-  Qvak, S. D., Luna, L. J., & Gamage, R. N. (2014). Role of Auxin in Orchid Development. *Plant Signaling & Behavior*, 9(10), e972277. <https://doi.org/10.4161/psb.32169>
-  Qosim, W. A., Istifadah, N., Djatnika, I., & -, Y. (2016). Pengaruh Mutagen Etil Metan Sulfonat terhadap Kapasitas Regenerasi Tunas Hibrida *Phalaenopsis* In Vitro. *Jurnal Hortikultura*, 22(4), 360. <https://doi.org/10.21082/jhort.v22n4.2012.p360-365>
-  Romeida, A., Stujahjo, S. H., Purwito, A., Sukma, D., & Rurstikawati. (2012). Induksi Mutasi Protocorm Like Bodies (PLB) Anggrek *Spathoglottis plicata* Blume. Akses Bengkulu pada Sebelas Taraf Dosis Iradiasi Sinar Gamma. *Prosiding Simposium Dan Seminar Bersama PERAGI-PERHORTI-PERIPHI-HIGI Mendukung Kedaulatan Pangan Dan Energi Yang Berkelanjutan*, 381–387. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/59898>
-  Romiyadi, R., Komariah, A., & Amien, S. (2018). Keragaan tiga jenis planlet anggrek *Phalaenopsis* asal Protocorm yang diinduksi Ethyl Methyl Sulfonate (EMS) secara in vitro. *Kultivasi*, 17(1), 596–607. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v17i1.16077>
-  Srivastava, D., Gayatri, M. C., & Sarangi, S. K. (2018). In vitro mutagenesis and characterization of mutants through morphological and genetic analysis in orchid *Aerides crispa* Lindl. *Indian Journal of Experimental Biology*, 56(6), 385–394. http://nopr.niscpr.res.in/bitstream/123456789/44540/1/IJEB_56%286%29385-394.pdf
-  Sulistianingsih, R., & Purwantoro, A. (2012). Variasi genetik anggrek alam *Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume hasil iradiasi sinar gamma (Genetic variation of natural orchid *Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume produce gamma ray irradiation). *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 8(1), 1–10. <https://jurnal.batan.go.id/index.php/jair/article/download/488/418>
-  Surya, M. I., Ismaini, L., Destri, D., & Normasiwi, S. (2016). An Effort of Mutation Breeding by Oryzalin and Gamma Rays on Wild Raspberry (*Rubus* sp.) in Cibodas Botanical Garden. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 8(3), 331. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v8i3.6559>
-  Talebi, A. B., Talebi, A. B., & Shahrokhifar, B. (2012). Ethyl Methane Sulphonate (EMS) Induced Mutagenesis in Malaysian Rice (cv. MR219) for Lethal Dose Determination. *American Journal of Plant Sciences*, 03(12), 1661–1665. <https://doi.org/10.4236/ajps.2012.312202>
-  Utami, N. R., Rahayuningsih, M., Suwarsi, E., Alighiri, D., & Yuwono, S. (2022). Aklimatisasi Anggrek Species Hasil

Kultur Jaringan Melalui Pemberdayaan Masyarakat Dusun Gempol. *Sarwahita*, 19(01), 171–181. <https://doi.org/10.21009/sarwahita.19.1.15>

Widiarsih, S., & Dwimahyani, I. (2013).

 Aplikasi iradiasi gamma untuk pemuliaan mutasi anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* B1.) umur genjah. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 9(1), 59–66. <https://jurnal.batan.go.id/index.php/jair/article/view/1202/1147>

Xia Chen, & Thibeault, S. (2013). Effect of


 DMSO concentration, cell density and needle gauge on the viability of cryopreserved cells in three dimensional hyaluronan hydrogel. *2013 35th Annual International Conference of the IEEE*

Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 6228–6231. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2013.6610976>

Yulianto, T. B., Taufiq, A. J., & Suyadi, A.

(2019). Rancang Bangun Pengaturan Intensitas Sinar Uv (Ultraviolet) Dengan Mikrokontroler PIC Untuk Tanaman. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 1(1), 54–70. <https://doi.org/10.30595/jrre.v1i1.4929>

Zahara, M. (2017). A Review:

 Micropropagation Of *Phalaenopsis* sp. From Leaf And Flower Stalk Explants. *Jurnal Natural*, 17(2), 91. <https://doi.org/10.24815/jn.v0i0.8130>



Investigation of In Vitro Apocarotenoid Expression in Perianth of Saffron (*Crocus sativus* L.) Under Different Soil EC

Investigasi Ekspresi Apocarotenoid secara In Vitro Bunga Saffron (Crocus sativus L.) pada EC Tanah yang Berbeda

Author(s): Mandana Mirbakhsh^{(1)*}; Zahra Zahed⁽²⁾; Sepideh Mashayekhi⁽²⁾; Monire Jafari⁽³⁾

⁽¹⁾ Department of Agronomy, Purdue University

⁽²⁾ Department of Plant Physiology, Alzahra University

⁽³⁾ Department of Mathematics, Texas State University,

*Corresponding author: mmirbakh@purdue.edu

Submitted: 10 Dec 2022

Accepted: 16 Feb 2023

Published: 31 Mar 2023

ABSTRACT

Crocus sativus is a triploid sterile plant with red stigmas belonging to family of Iridaceae, and sub-family Crocoideae. Crocin, picrocrocin, and safranal are three major carotenoid derivatives that are responsible for color, taste and specific aroma of *Crocus*. Saffron flowers are harvested manually and used as spice, dye or medicinal applications. The natural propagation rate of most geophytes including saffron is relatively low. An in vitro multiplication technique like micropropagation has been used for the propagation of saffron. To understand the efficiency of this alternative and study the molecular basis of apocarotenoid biosynthesis/accumulation, the RT-PCR method was performed on perianth explants that were cultured on MS medium to observe the level of expression of zeaxanthin cleavage dioxygenase (CsZCD) gene during stigma development, and also the impact of soil EC on its expression. The present study was conducted at Plant molecular and physiology Lab, Alzahra University, Tehran, Iran during 2011-2013. Stigma-like structures (SLSs) on calli were collected from immature perianth explants from floral buds of corms that were collected from Ghaen city, and compared to (Torbat-e Haidariye, Mardabad and Shahroud cities) for investigating the impact of different soil EC on CsZCD expression. The results indicated that CsZCD gene was highly expressed in fully developed red SLSs in perianth of cultured samples of Shahroud with the highest salinity. In this research, a close relationship between soil EC and second metabolites regulation is studied. Overall, these results will pave the way for understanding the molecular basis of apocarotenoid biosynthesis and other aspects of stigma development in *C. sativus*.

Keywords:

Crocus sativus;
micropropagation;
gene expression;
salinity stress

ABSTRAK

Kata Kunci:

Crocus sativus;
mikropropagasi;
ekspresi gen;
stress salinitas.

Crocus sativus adalah tanaman mandul triploid dengan stigma merah dari keluarga Iridaceae, dan sub keluarga Crocoideae. Crocin, picrocrocin, dan safranal adalah tiga turunan karotenoid utama yang bertanggung jawab atas warna, rasa, dan aroma spesifik *Crocus*. Bunga saffron dipanen secara manual dan digunakan sebagai rempah-rempah, pewarna atau aplikasi obat. Tingkat perbanyakan alami sebagian besar geofit termasuk saffron relatif rendah. Teknik perbanyakan in vitro seperti mikropropagasi telah digunakan untuk perbanyakan saffron. Untuk memahami efisiensi alternatif ini dan mempelajari dasar molekuler dari biosintesis/akumulasi apocarotenoid, metode RT-PCR dilakukan pada eksplan perianth yang dikultur pada media MS untuk mengamati tingkat ekspresi gen zeaxanthin cleavage dioxygenase (CsZCD) selama perkembangan stigma dan juga dampak EC tanah pada ekspresinya. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Molekuler dan Fisiologi Tumbuhan, Universitas Alzahra, Teheran, Iran selama 2011-2013. Struktur seperti stigma (SLS) pada kalus dikumpulkan dari eksplan perianth yang belum matang dari kuncup bunga yang dikumpulkan dari kota Ghaen, dan dibandingkan dengan (kota Torbat-e Haidariye, Mardabad dan Shahroud) untuk menyelidiki dampak EC tanah yang berbeda pada ekspresi CsZCD. Hasil menunjukkan bahwa gen CsZCD sangat diekspresikan dalam SLS merah yang berkembang penuh di perianth sampel kultur Shahroud dengan salinitas tertinggi. Dalam penelitian ini, dipelajari hubungan erat antara EC tanah dan regulasi metabolit sekunder. Secara keseluruhan, hasil ini akan memberikan pemahaman dasar molekuler biosintesis apocarotenoid dan aspek lain dari perkembangan stigma di *C. sativus*.



INTRODUCTION

Crocus sativus (Saffron) is one of the most expensive spices in the world and is characterized by red stigmas that are dried for use in food seasoning, coloring, and medicine. Saffron cannot produce seeds and is propagated by corms slowly. Corms only survive for one season, produce cormlets and give rise to new plants (Deo, 2003). The high yield of saffron depends on multiple factors such as environmental conditions and the ability of plants to adjust their metabolism to tolerate environmental functions. Enough watering after flowering in late autumn to early spring, especially in rainfed conditions increases saffron's production (Mirbakhsh & Hosseinzadeh, 2013). However, since conventional propagation methods are very slow, tissue culturing and micropropagation are great alternatives for the large-scale multiplication of saffron (Ascough et al., 2009).

Plant secondary metabolites are considered crucial for plant responses against stress and adaptation to the environment. Moreover, the greater activity of antioxidant enzymes has a key role in enhancing tolerance and protecting plants against oxidative reactions (Mirbakhsh & Sohrabi, 2022). During saffron life stages, the color of the stigma passes through yellow and orange to red with the conversion of amyloplasts to chromoplasts and secondary metabolites biogenesis (Bouvier et al., 2003). The significant quantities of carotenoid derivatives, which are formed from the oxidative cleavage of β -carotene and zeaxanthin, accumulated in scarlet stigmas

are used to express the quality of saffron (Cazzonelli, 2011; Moraga et al., 2004, 2009). Carotenoids, which have been extensively studied in stigma tissues are terpenoids and can be synthesized through two different pathways: (1) Mevalonic acid (MVA) occurs in the cytoplasm (Castillo et al., 2005) and (2) Non-mevalonic (MEP) pathway takes place in plastids (Arigoni et al., 1997; Rohmer et al., 1993).

Mevalonate synthesis initiates with three acetyl CoA molecules and then continues with isopentenyl diphosphate (IPP) molecules production, geranyl geranyl pyrophosphate (GGPP) (Naik et al., 2003), colorless phytoene, colored lycopene, β -carotene, (Britton et al., 1998) and zeaxanthin (Bouvier et al., 2003) in MVA pathway. Many enzymes which are catalyzing the reactions and are coded by related key genes such as Phytoene synthase (PSY), lycopene- β -cyclase (LYC), β -carotenoid hydroxylase (BCH), and 7, 8 (7', 8') by zeaxanthin cleavage dioxygenase (ZCD). β -carotene with two rings is built up via the cyclization of lycopene with lycopene- β -cyclase (LYC) (Britton et al., 1998). The hydroxylation of β -carotene in the MVA pathway is catalyzed by β -carotenoid hydroxylase coded by the BCH gene to yield zeaxanthin (Castillo et al., 2005). The biogenesis of the color and odor active compounds of saffron is derived by bio-oxidative cleavage of zeaxanthin (Moraga et al., 2009) at points 7, 8 (7', 8') by zeaxanthin cleavage dioxygenase (CsZCD) (Pfander & Schurtenberger, 1982) to produce crocetin dialdehyde and picrocrocin (Figure1).

paste was measured by an electrical conductivity meter MODEL FE20–FiveEasy™ (Bremner, 2018).

The electric conductivity of the soils was analyzed and compared according to the different salinity classes that are shown in table 1 (USDA, 2014).

Table 1. Different classes of salinity according to EC (1 dS/m = 1 mmhos/cm) (USDA, 2014)

Salinity class	EC (dS/m)
Non-saline	0<2
Very slightly saline	2<4
Slightly saline	4<8
Moderately saline	8<16
Strongly saline	16≥

Plant materials

Saffron corms with attached immature flora buds were collected from the saffron field of Ghaen from November to December 2011. Flora buds were prepared for tissue culturing and compared with samples of other three distinct regions (Torbat-e Haidariye, Mardabad, and Shahroud) that were collected, prepared, cultured, and kept at -20 °C since 2010 (Mashayekhi & Hosseinzadeh Namin, 2015).

Sterilization and culture

Separated immature flora buds were thoroughly washed in running tap water (30 min) and then sterilized. Briefly, the buds were sterilized with 0.5% benzalkonium chloride solution for 15 min, treated first with 70% ethanol for 2 min, and followed with 5% sodium hypochlorite solution with a few drops of Tween 80 for 20 min (Namin et al., 2010). The buds were washed three times with sterile distilled water. For culturing, perianth organs were separated from sterilized buds and then cultured on MS medium with NAA (10mg/L), BAP (10mg/L), and sucrose 30% (Murashige & Skoog, 1962). All cultures were kept under $22 \pm 2^\circ\text{C}$ temperatures in darkness. Samples were

sub-cultured every 28 days and collected from three development stages, freeze-dried, and then stored at -80°C for future analysis. Fully developed SLSs were chosen from four regions with different soil EC to be compared and analyzed.

SLSs production measurement

The number of SLSs was measured during a period of 3-6 months since tissue culture was initiated. Then calli with SLSs were collected, frozen in liquid nitrogen, and kept at -80°C for further analysis. The images of samples were taken by G6 Cannon digital camera from selected samples.

RNA extraction and cDNA preparation

Frozen stigmas from dried calli of four regions were ground in a cold and sterilized mortar and pestle into a fine powder and total RNA was extracted using an RNeasy Plant Mini kit (Qiagen, USA) following the manufacturer's protocol (Mirbakhsh & Sohrabi, 2022). The quality of the extracted RNAs was checked by measuring the absorbance at 260 and 280 nm by a spectrophotometer (Milton Roy-Spectronic 601-Co USA) and RNAs with a ratio of OD260/OD280 ranging from 1.2 to 1.5 were used for cDNA synthesis and ribosomal RNA profile were visualized with ethidium bromide staining following agarose gel electrophoresis. For preparing cDNA, 5-10 µg of each RNA sample as a template and 18 bp oligo dT primer and first strand cDNA synthesis kit RTpreMix (Bioneer Korea) were used. The synthesized cDNA was stored at -20°C for gene expression study.

RT-PCR

Reverse transcription was carried out for amplification of the CsZCD gene and CsTUB as internal control, according to the manufacturer's instructions. Gene-specific primers were designed (Bouvier et al., 2003; Castillo et al., 2005) to flank introns.

Designed forward and reverse primers were 5'-GTCTTCCCCGACATCCAGATC-3' and 5'-TCTCTATCGGGC TCACGTTGG-3' for CsZCD gene with the length of 241 (GenBank access No. AJ489276) and 5'-ATGATTTCCAACGACACCAGTGTC3' and 5'-ATACTCAT CACCCTCGTCACCATC-3' for CsTUB gene as control with the length of 225 bp (GenBank access No. AJ489275). PCRs were performed (Techne-Touchgene Gradient- FTG RAD 2D-LTD-UK), briefly according to the following conditions: 2 - 5 µg of cDNA was used. Initial denaturing at 95°C for 5min followed by 35 cycles of amplification according to the subsequent scheme; denaturing 1 min at 94°C, annealing at 56.2°C for 30 s and extension at 72°C for 40 s and final extension at 72°C for 10 min. The experiments were repeated twice. Subsequently, 7 µl of the PCR products were used on 1% (w/v) agarose gel electrophoresis. The images of stained gels with ethidium bromide were scanned and captured by a gel documentation System.

Statistical analyses

All analyses were conducted with SPSS software (Version 15) and the means were compared by the Tukey method (95% confidence interval).

RESULT AND DISCUSSIONS

According to the results of soil EC measurements, Shahroud's soil was recognized as 'slightly saline' with EC=4.1, Torbat Heidariyeh with EC=2.2,

and Ghaen with EC= 3.1 categorized as 'very slightly saline', and Mardabad with EC= 0.8 identified as a 'non-saline' soil. Exchangeable sodium ions at high levels lead to diffusion into the soil colloidal particles, so it destroys soil structure, breaks up the soil pores, and limits the soil drainage ability. Generally, neutral to slightly alkaline soil with electrical conductivity between 0.009 and 0.30 dsm⁻¹ is suitable for the growth and cultivation of saffron (Namin et al., 2010). Shahroud imposed very slight salt stress on the corms and Mardabad was the most suitable region with the lowest EC among the others. It seems that soils from Sharhrood (high sodium content and high EC) had more influence on corms properties as a main organ which is directly challenged with soil stress.

The first sign of callus induction on perianth explants was identified by inflation and transformation of explants during the period of 1 to 2 months (Fig. 2a). The induced calli went through three stages during their development from colorless calli without SLSs (stage I) (Fig. 2 b), to calli with pale yellow SLSs (Stage II) during the period of 2 to 4 months (Fig. 2 c), and fully developed scarlet SLSs during the period of 4 to 6 months when the explants were cultured (Stage III) (Fig. 2 d). These stages were comparable with those obtained from in vivo studies by Himeno & Sano (1987). They considered three developmental stages in *C. sativus* stigmas based on length, pigmentation, and apocarotenoid content.

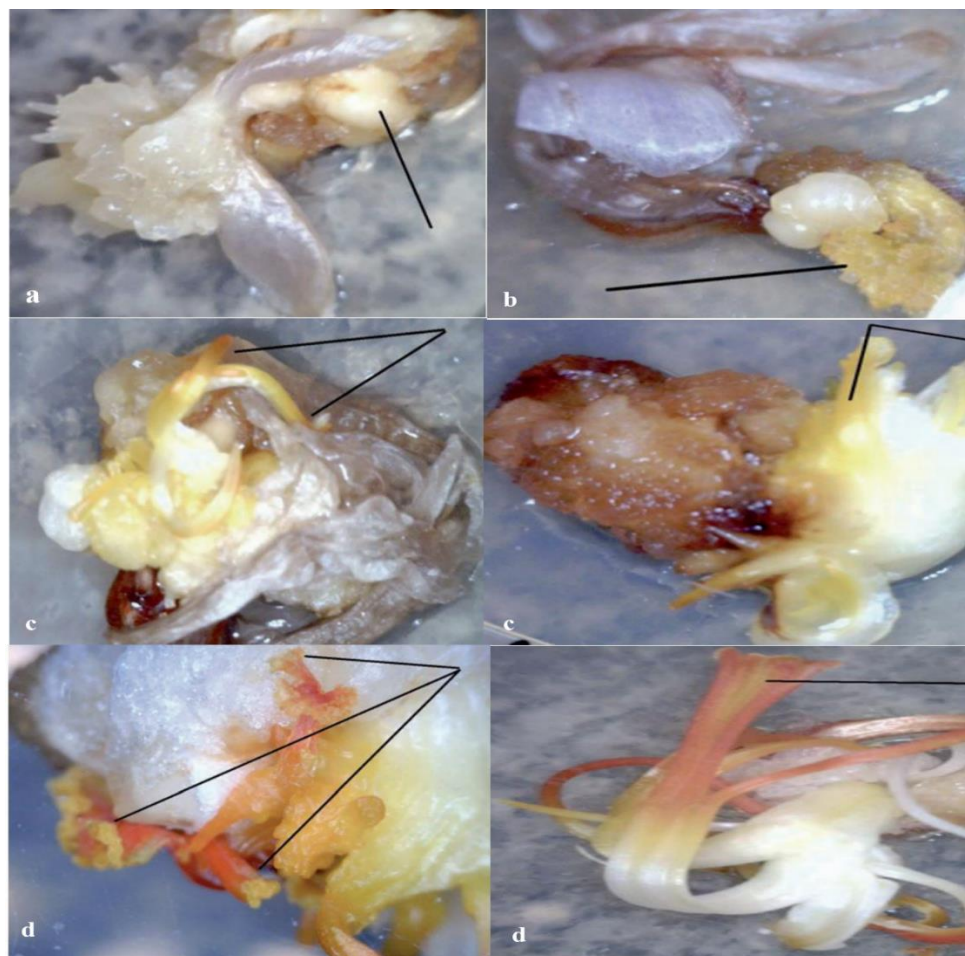


Figure 2. (a). The swollen cut edge of style, (b) Yellow stigma-like structures (SLSs) on callus of perianth with leaf-like structures, (c) Incomplete flower bud, and (d) Trumpet red stigma-like structures (SLS) on calli of style (Rs).

The SLSs percentages were 54, 40, 43, and 35 % for Mardabad, Torbat-e Heidariye, Ghaen, and Shahroud at the end of the given period (6 months) (Fig 3). The number of SLSs production was statically higher in Mardabad (non-saline) in comparison to the other three regions at the level of 0.05. The results obtained at the end of the experiment showed that Mardabad's had the highest SLSs percentage in comparison with Torbat-e Heidariye, Ghaen, and Sharood samples.

This is in line with our results and signifies the adverse effect of salt stress on the quality of saffron stigmas. Moreover, this stress may influence metabolite reservations of corms in many ways which Effect of soil EC on saffron in vitro yield include epigenetic modification, and subsequently affect the quality and quantity reservoir of style which subsequently, affect the production of calli and SLSs when these style explants are used for tissue culture.

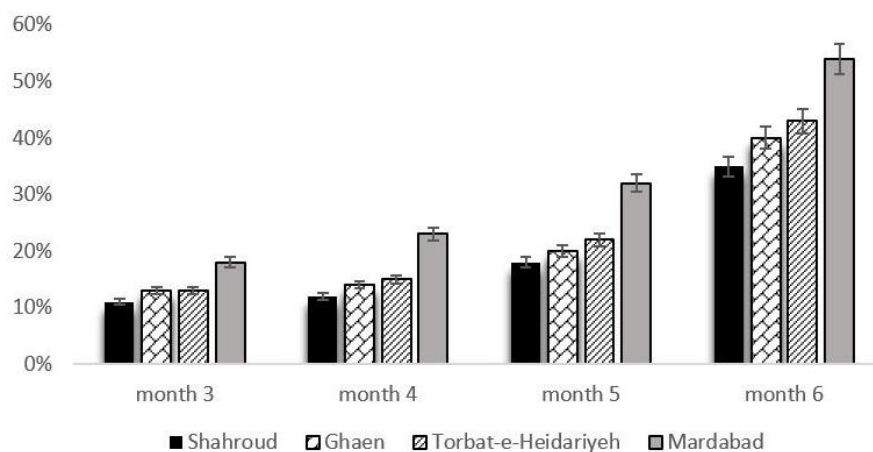


Figure 3. Percentage of stigma-like structures (SLSs) in Shahroud, Ghaen, Mardabad, and Torbat-e Heidariye, during 6 months.

Our results showed different expression levels of CsZCD between the regions with different soil ECs (Figure 4).

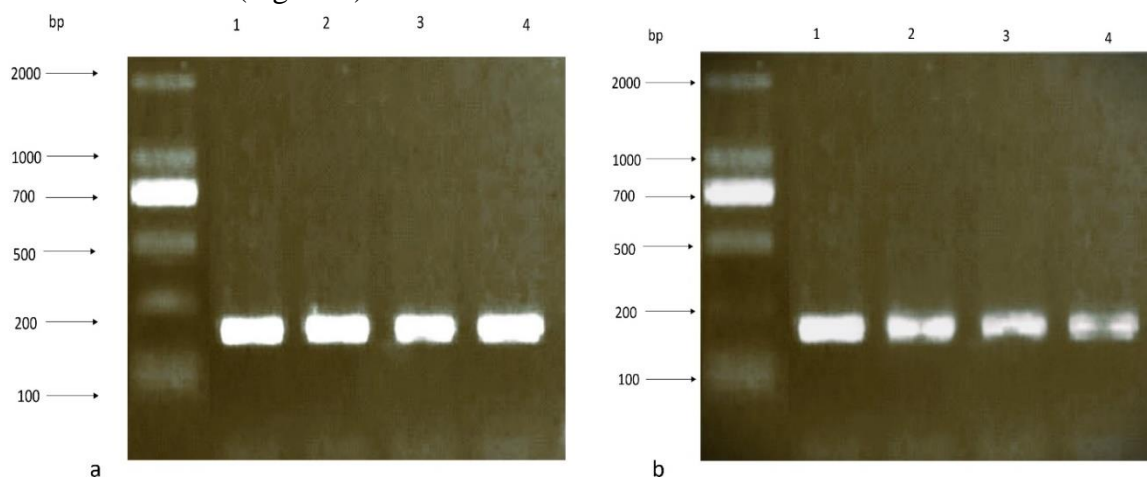


Figure 4. (a) Expression levels of Tubulin gene (CsTUB) in *C. sativus* as an internal control at four regions. (b) Different levels of zeaxanthin cleavage dioxygenase (CsZCD) expression with 241 bp at four regions (1) Shahroud, (2) Ghaen, (3) Torbat-e-Heydariyeh, (4) Mardabad.

The carotenoid pathway gene expression is affected by abiotic stressors such as light, water availability, salinity, and temperature (Moshtaghi et al., 2010). CsZCD has a regulatory role in apocarotenoid biosynthesis, content, and stigma development in saffron (Mir et al., 2012a, 2012b) and is highly expressed in the scarlet stigma with the highest level of zeaxanthin and apocarotenoids (Castillo et al., 2005). Our results showed a different level of expression among regions. The

weakest expression was identified in Mardabad (non-saline), while CsZCD was upregulated as soil EC increased in Shahroud (slightly salinity), which raise the protective role of the phenolic compound under abiotic stress (Waśkiewicz et al., 2013) (Figure 4b). However, the decrease in percentage SLSs production under a slight saline region (Shahroud) indicated the adverse effect of salt stress on the quality of saffron stigmas, which might therefore be due to the

redirection of apocarotenoid precursors to hormone abscisic acid (ABA) production (Tuan et al., 2013). The production of plant hormone ABA, as a derivative of apocarotenoids, is increased in response to environmental stresses such as drought, salinity, and high/low temperature (Tuteja, 2007). This finding suggested that upregulation of CsZCD improves the ability of a plant to alleviate oxidative stresses under salinity conditions.

REFERENCES

- Arigoni, D., Sagner, S., Latzel, C., Eisenreich, W., Bacher, A., & Zenk, M. H. (1997). Terpenoid biosynthesis from 1-deoxy- d -xylulose in higher plants by intramolecular skeletal rearrangement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(20), 10600–10605.
- Ascough, G. D., Erwin, J. E., & van Staden, J. (2009). Micropropagation of iridaceae—a review. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 97(1), 1–19.
- Bouvier, F., Suire, C., Mutterer, J., & Camara, B. (2003). Oxidative Remodeling of Chromoplast Carotenoids. *The Plant Cell*, 15(1), 47–62.
- Bremner, J. M. (2018). *Nitrogen-Total* (pp. 1085–1121).
- Britton, G., Pfander, H., & Liaen-Jensen, S. (1998). *Carotenoids, Volume 3: Biosynthesis and Metabolism*. Birkhäuser Basel.
- Castillo, R., Fernández, J.-A., & Gómez-Gómez, L. (2005). Implications of Carotenoid Biosynthetic Genes in Apocarotenoid Formation during the Stigma Development of *Crocus sativus* and Its Closer Relatives. *Plant Physiology*, 139(2), 674–689.
- Cazzonelli, C. I. (2011). Carotenoids in nature: insights from plants and beyond. *Functional Plant Biology*, 38(11), 833.
- Deo, B. (2003). Growing Saffron—The World’s Most Expensive Spice, Crop & Food Research. In *Crop And Food Research*.
- Himeno, H., & Sano, K. (1987). Synthesis of Crocin, Picrocrocin and Safranal by Saffron Stigma-like Structures Proliferated in Vitro. *Agricultural and Biological Chemistry*, 51(9), 2395–2400.
<https://doi.org/10.1080/00021369.1987.10868396>
- Mashayekhi, S., & Hosseinzadeh Namin, M. (2015). Effects of soil conductivity on properties of saffron corms and in vitro production of its style explants. *Progress in Biological Sciences*, 5(2), 273–286.
- Mir, J. I., Ahmed, N., Wafai, A. H., & Qadri, R. A. (2012a). *Variability in stigma length and apocarotenoid content in Crocus sativus L . selections of Kashmir*. 21(2), 169–173.
- Mir, J. I., Ahmed, N., Wafai, A. H., & Qadri, R. A. (2012b). Relative expression of CsZCD gene and apocarotenoid biosynthesis during stigma development in *Crocus sativus L*. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 18(4), 371–375.
- Mirbakhsh, M., & Hosseinzadeh, N. M. (2013). Investigation of in vitro apocarotenoid gene expression in perianth of saffron (*Crocus sativus*). *2nd National Congress on Medicinal Plants*.
- Mirbakhsh, M., & Sohrabi, S. S. (2022). Effect of short and long period of

- salinity stress on physiological responses and biochemical markers of Aloe vera L. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, 7(3), 178.
- Moraga, A. R., Nohales, P. F., Perez, J. A. F., & Gómez-Gómez, L. (2004). Glucosylation of the saffron apocarotenoid crocetin by a glucosyltransferase isolated from *Crocus sativus* stigmas. *Planta*, 219(6), 955–966.
- Moraga, A. R., Rambla, J. L., Ahrazem, O., Granell, A., & Gómez-Gómez, L. (2009). Metabolite and target transcript analyses during *Crocus sativus* stigma development. *Phytochemistry*, 70(8), 1009–1016.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473–497.
- Naik, P., Chanemougasoundharam, A., Paul Khraha, S., & Kalloo, G. (2003). Genetic manipulation of carotenoid pathway in higher plants. *Current Science*, 85(10), 1423–1430. Genetic manipulation of carotenoid pathway in higher plants
- Namin, M., Ebrahimzadeh, H., Ghareyazie, B., Radjabian, T., & Namin, H. (2010). Initiation and Origin of Stigma-Like Structures (SLS) on Ovary and Style Explants of Saffron in Tissue Culture. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 52(1).
- Page, A. L., Miller, R. H., & Keeney, D. R. (1983). *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy Inc.
- Pfander, H., & Schurtenberger, H. (1982). Biosynthesis of C20-carotenoids in *Crocus sativus*. *Phytochemistry*, 21(5), 1039–1042.
- Rohmer, M., Knani, M., Simonin, P., Sutter, B., & Sahn, H. (1993). Isoprenoid biosynthesis in bacteria: a novel pathway for the early steps leading to isopentenyl diphosphate. *Biochemical Journal*, 295(2), 517–524.
- Tuan, P. A., Kim, J. K., Lee, S., Chae, S. C., & Park, S. U. (2013). Molecular Characterization of Carotenoid Cleavage Dioxygenases and the Effect of Gibberellin, Abscisic Acid, and Sodium Chloride on the Expression of Genes Involved in the Carotenoid Biosynthetic Pathway and Carotenoid Accumulation in the Callus of Scutel. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(23), 5565–5572.
- Tuteja, N. (2007). Abscisic Acid and Abiotic Stress Signaling. *Plant Signaling & Behavior*, 2(3), 135–138.
- USDA. (2014). *Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual*.
- Waśkiewicz, A., Muzolf-Panek, M., & Goliński, P. (2013). Phenolic Content Changes in Plants Under Salt Stress. In *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress* (pp. 283–314). Springer New York.



Keragaman Genetik Tanaman dan Produktivitas Tebu Klon Unggul Harapan SB 01, SB 03, SB 12 (*Saccharum Officinarum* L.) di Lahan Kering Sambiroto Mojokerto

*Plant Genetic Diversity and Productivity of Promising Superior SB 01, SB 03, SB 12 Cane Clone (*Saccharum Officinarum* L.) in Sambiroto Dry Land Mojokerto*

Author(s): Setyobudi ^{(1)*}; Wiharyanti Nur Lailiyah⁽¹⁾; Descha Giatri Cahyaningrum⁽²⁾; Rizqa Yuhda Rohmah ⁽³⁾

⁽¹⁾ Universitas Muhammadiyah Gresik

⁽²⁾ Politeknik Negeri Jember

⁽³⁾ Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

* Corresponding author: setyobudi.prof@yahoo.co.id

Submitted: 21 Sep 2022

Accepted: 28 Feb 2023

Published: 31 Mar 2023

ABSTRAK

Pada hasil kegiatan pemuliaan yang sebelumnya telah dilaksanakan, diperoleh Klon unggul harapan tebu SB 01, SB 03, SB 12. Klon tebu tersebut memerlukan pengujian lanjut sehingga didapatkan calon varietas unggul baru. Hasil analisa regresi linier menunjukkan bahwa rendemen, hablur, dan bobot tebu pada Klon SB 01, SB 03 dan SB 12 memiliki nilai sig berturut-turut 0,54; 0,89; 0,69 yang menunjukkan bahwa tetua tidak berpengaruh terhadap hasil parameter rendemen, hablur ataupun bobot tebu Klon. Koefisien keragaman fenotip pada rendemen termasuk dalam kriteria agak rendah sedangkan hablur dan bobot tebu memiliki kriteria tinggi. Koefisien keragaman genetik rendemen termasuk kategori tinggi, hablur memiliki kriteria rendah sedangkan bobot tebu memiliki kriteria agak rendah. Rendemen memiliki nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi sehingga faktor genetik memiliki pengaruh tinggi dari pada faktor lingkungan, sedangkan hablur dan bobot tebu memiliki nilai duga heritabilitas rendah sehingga faktor lingkungan memiliki pengaruh lebih tinggi dari pada faktor genetik. Klon SB 01 memiliki kecenderungan mewarisi karakter morfologi dengan varietas VMC71/238 dengan potensi produksi brix 22%, bobot Klon 1.069 ku/ha, rendemen 8,14% dan hablur 86,23 ku/ha. Klon SB 03 memiliki kecenderungan mewarisi karakter morfologi dengan varietas Cening dengan potensi produksi brix 23%, bobot Klon 1.069 ku/ha, rendemen 8,14% dan hablur 86,23 ku/ha. Klon SB 12 memiliki kecenderungan mewarisi persamaan karakter morfologi dengan varietas PSBM 90-1 dengan potensi produksi brix 23%, bobot Klon 1.196 ku/ha, rendemen 9,05 % dan hablur 108,27 ku/ha.

Kata Kunci:

Heritabilitas,
Karagaman genetik,
Klon SB,
Produktivitas,
Tetua.

ABSTRACT

Keywords:

Elder,
Genetic Diversity,
Heritability,
Productivity,
SB Clone.

The results from previous breeding activities showed superior clones of sugarcane hope SB 01, SB 03, and SB 12. These sugarcane clones require further testing to obtain new superior varieties. The results of linear regression analysis showed that the yield, crush, and weight of sugarcane in clones SB 01, SB 03, and SB 12 had a sig value of 0.54; 0.89; 0.69 respectively, indicating that the elders did not affect the yield parameters, crush or weight of sugarcane clones. The coefficient of phenotypic diversity in yield is included in the rather low criteria while the grain and cane weight have high criteria. The coefficient of genetic diversity in yield is high, the yield has a low criterion while the cane weight has a rather low criterion. Yield has a high estimated value of heritability so that genetic factors have a high influence than environmental factors, while yield and cane weight have low estimated values of heritability so that environmental factors have a higher influence than genetic factors. Clone SB 01 tends to inherit morphological characters with VMC71/238 varieties with a production potential of 22% brix, clone weight of 1,069 qt/ha, a yield of 8.14%, and sugar crystals of 86.23 qt/ha. Clone SB 03 tends to inherit morphological characters with Cening varieties with potential production of 23% brix, clone weight of 1,069 qt/ha, a yield of 8.14%, and sugar crystals of 86.23 qt/ha. Clone SB 12 tends to inherit similar morphological characters with PSBM 90-1 variety with 23% brix production potential, clone weight of 1,196 qt/ha, a yield of 9.05%, and sugar crystals of 108.27 qt/ha.



PENDAHULUAN

Harkat dan martabat bangsa Indonesia pernah tertorehkan dalam catatan tinta emas sejarah dunia karena kehebatan dan keunggulan industri gula berbasis tebu. Salah satu keunggulannya telah diciptakan varietas unggul produktivitas tinggi diantaranya POJ 3067, POJ 3016, POJ 2878, PS41, PS 30. Keberhasilan ini membawa nama harum bangsa Indonesia, sehingga hampir semua peneliti dunia belajar di Indonesia. Fakta empiris ini perlu dijadikan landasan dan referensi bagi anak bangsa yang ingin berkarya demi kesejahteraan rakyat (Budi et al., 2013). Permasalahan utama adalah rendahnya produktivitas tanaman tebu, karena sebagian besar petani dan industri gula belum melakukan budidaya tanaman berdasar kultur teknik yang benar. Ironisnya sebagian besar petani tebu hanya menanam varietas Bululawang (BL), tahun 2021 mengalami penurunan produktivitas, karena sudah degenerasi genetik, sehingga produktivitasnya semakin heterogen. Permasalahannya sampai sekarang, ketersediaan varietas unggul baru pengganti Bululawang (BL) belum ada yang sepadan keunggulannya. Permasalahan ini seiring berjalannya waktu semakin krusial dan kompleks, akibat varietas BL dipanen tebang awal dan tengah. Ketersediaan varietas unggul baru masak awal dan tengah produktivitas tinggi minimal sepadan varietas BL merupakan kebutuhan utama masyarakat petani tebu dalam meningkatkan produktivitas tiap hektar. Problematik mendasar adalah keengganan para pemulia menghasilkan varietas unggul baru tebu, karena membutuhkan waktu lama, biaya, tenaga, sarana dan prasarana dan tanggungjawab yang tinggi serta kurang perhatian pemerintah terhadap pemulia dan kebijakan pemerintah belum mampu memotivasi para pemulia.

Penciptaan varietas unggul baru menjadi panglima penyelamat peningkatan potensi produktivitas tinggi. Salah satu cara ditempuh melakukan persilangan

buatan secara Hawaii dan Pedegree tahun 2013 oleh Setyo Budi dan Nasrullah di kebun Pening Mojokerto. Kegiatan mulai persilangan, seleksi masa, uji keunggulan potensi produktivitas di multilokasi dan diskripsi. Salah satu penelitian ini berjudul Keragaman Genetik Tanaman Tebu Klon SB 01, SB 03, SB 12 (*Saccharum Officinarum* L.) dan Produktivitas di Lahan Kering Sambiroto Mojokerto. Penelitian bertujuan mengetahui keragaman genetik Klon SB 01, SB 03 dan SB 12 yang diamati melalui deskripsi morfologi batang, daun, dan mata tunas sesuai deskripsi tetua dan potensi produktivitasnya.

Penciptaan varietas unggul baru dengan cara persilangan buatan merupakan salah satu alternatif yang perlu ditumbuhkembangkan secara masal, terencana, terukur, walaupun memerlukan waktu lama, butuh tenaga terampil, biaya banyak, keihklasan, kesabaran dan tanggungjawab. Sesungguhnya cara ini sangat mudah dilaksanakan apabila ada niatan mulia dalam berkarya demi kesejahteraan rakyat Indonesia. Data empiris membuktikan bahwa persilangan dilaksanakan 2013 di kebun Pening Mojokerto oleh Setyo Budi dan Nasrullah telah dihasilkan beberapa Klon unggul yang lolos seleksi masa dan uji keunggulan potensi produktivitas tinggi di multilokasi. Waktu sekarang dalam proses pemantapan stabilitas potensi produksi multilokasi. Pengalaman membuktikan bahwa banyaknya keragaman genetik yang dihasilkan dari hasil persilangan menambah perhatian lebih, khususnya waktu, tenaga, pikiran, biaya dalam proses seleksi masa dan uji keunggulan. Untuk menentukan keragaman genetik potensi produktivitas beberapa Klon tersebut perlu dilakukan uji multilokasi dan diskripsi. Salah satu tahapan proses yang dilaksanakan melakukan identifikasi morfologi dan agronomi beberapa Klon unggul tersebut. Identifikasi lazimnya dilakukan dengan mengamati ciri morfologi dan agronomi dengan mendeskripsikan secara detail (Simpson, 2006).

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tebu (P3T) Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik bekerja sama dengan PG Gempolkrep PTPN X memiliki beberapa koleksi Klon unggul harapan, siap dilepas sebagai varietas unggul diantaranya SB 01, SB 03, SB 04, SB 11, SB 12, SB 19, SB 20. Klon-Klon tersebut adalah calon varietas unggul baru yang direncanakan akan dilepas akhir tahun 2023. Terdapat beberapa penelitian pada Klon-Klon yang akan dijadikan bahan dalam penelitian saat ini. Klon-klon tersebut waktu sekarang dalam proses uji keunggulan potensi produktivitas di multilokasi secara plantcane dan keprasan. Hasil penelitian terdahulu terkait uji keunggulan beberapa Klon yang diuji di kebun Sambiroto jenis tanah alluvial Mojokerto disampaikan berikut.

Hasil penelitian Saifudin et al. (2021) melaporkan bahwa lahan yang tidak ternaungi saat usia 51 MST Klon SB 01, SB 03, dan SB20 masing-masing memiliki nilai brix 22.30%, 16.98% dan 23.30%; jumlah batang 2.83, 3.00 dan 3.10; bobot batang 212.50 ton/ha, 2017.42 ton/ha dan 180.57 ton/ha. Lahan yang ternaungi saat usia 51 MST Klon SB 01, SB 03, dan SB20 masing-masing memiliki nilai brix 21.02%, 17.92% dan 22.18%; jumlah batang 1.13, 1.17 dan 1.13; bobot batang tebu 72.38 ton/ha, 51.01 ton/ha dan 65.57 ton/ha. Hasil penelitian Anwar (2020) Klon SB02 pada umur 46 MST memiliki rerata terbesar yaitu 19,75 dan jumlah anakan berkisar 18,25 sampai 21,75. Klon SB19 pada umur 48 MST memiliki rerata 19.43 dengan Brix berkisar 17,95 sampai 21. Perubahan nilai Brix terjadi pada Klon SB02 dan SB19. Waktu umur 46 MST Klon SB02 memiliki rerata nilai Brix tertinggi. Umur 48 MST Klon SB19 memiliki nilai brix tertinggi melebihi Klon SB02. Analisis sidik ragam Brix 52 MST menunjukkan berbeda nyata pada setiap perlakuan Klon. Uji lanjut BNT 5% menunjukkan Klon SB19 berbeda nyata

dengan Klon SB02 dan SB 03. Klon SB 03 dan SB02 memiliki potensi Brix yang sama. Klon SB19 memiliki potensi bobot batang tebu tertinggi yaitu 9,8 ton/ha. Potensi bobot batang yang tinggi akan meningkatkan produktivitas dari Klon tanaman tebu tersebut, Klon SB 03 memiliki potensi bobot batang tebu 7,04 ton/ha dan Klon SB02 7,84 ton/ha. Saifudin et al. (2021) melaporkan bahwa berdasarkan hasil uji multilokasi termasuk katagori masak awal dan tengah dengan potensi produktivitas tinggi, sabut tinggi serta tahan serangan dan penyakit utama.

Tanaman tebu dengan nama latin *Saccharum officinarum* L. termasuk golongan tanaman perdu (Indrawanto et al., 2010). Produktivitas tanaman sebagian besar dipengaruhi varietas yang ditanam. Menurut Jumin (2008), varietas merupakan hasil pemuliaan tanaman yang bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanaman, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Usaha memperkecil kualitas tebu yang semakin tahun produktivitas dan daya tahan terhadap serangan hama dan penyakit semakin menurun, maka diupayakan selalu terjadi regenerasi varietas baru di lapangan untuk mempersiapkan perolehan varietas pengganti (Naruputro, 2010). Landasan hukum di antaranya :

1. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 19 tahun 2021 tentang Sumber Daya Genetik dan Pelepasan Varietas Tanaman Perkebunan 29 April 2021.
2. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 38 tahun 2019 tentang Pelepasan varietas Tanaman 30 Juli 2019.
3. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 01/Kpts/KB.020/I/2018 tentang Perubahan atas KMP nomor 308/Kpts/KB.020/10/2015 tentang Rendemen Produksi, Sertifikasi, Peredaran dan Pengawasan Benih Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.).

METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai Juni 2021 di Penelitian ini dilakukan di kebun Pusat Praktik Kerja Lapangan dan Pengembangan Tanaman Tebu (P3T) PG Gempolkrep PT Perkebunan Nusantara X (PTPN X) di Desa Sambiroto, Kecamatan Sooko, Kabupaten Mojokerto (111°20'13" 111°40'47" BT dan 7°18'35" 7°47'0" LS). Kecamatan Sooko berada pada ketinggian 64 mdpl. pada suhu udara ± 29,8°C, kelembaban udara ± 74,3-84,8 %, pH tanah ± 6,5, dan tipe tanah pada lahan berjenis alluvial. Bahan yang dipakai yaitu Klon SB 03, SB 01, dan SB 12 yang sudah ditanam di kebun P3T PG Gempolkrep PTPN X. Klon SB 03 diperoleh dari persilangan PL 55 dengan Cening, SB 01 diperoleh dari persilangan PL 55 dengan VMC 71/238 dan SB 12 diperoleh dari persilangan PSBM 90-1 dengan VMC 71/238. Peralatan yang digunakan adalah sabit, kaca pembesar (lup), kain, penggaris, meteran, tali rafia, jangka sorong, golok, kamera dan alat tulis.

Metodologi penelitian menggunakan metoda analisis diskriptif analitis. Variabel kualitatif yang diamati meliputi: panjang batang, warna batang, bentuk batang, retakan tumbuh, retakan gabus, cincin tumbuh, lapisan lilin, alur mata, lebar daun, lengkung daun, warna daun, telinga daun, bulu bidang punggung, sifat lepas pelepang, pusat tumbuh, rambut jambul, rambut tepi basal, sayap mata, titik tumbuh dan serangan hama penyakit. Variabel kuantitatif yang diamati meliputi: diameter batang, panjang batang, kadar sabut, brix, bobot tebu, rendemen, hablur. Selanjutnya dilakukan analisa regresi linier sederhana dengan satu predictor menurut Sugiyono (2016) dirumuskan sebagai berikut:

$$Y' = a + bX$$

Keterangan:

- Y = Nilai yang diprediksikan
- a = Konstanta atau bila harga X = 0
- B = Koefisien regresi
- X = Nilai variabel independen

Uji F atau dikenal dengan uji model regresi yaitu uji yang dilakukan untuk melihat pengaruh semua variabel bebas secara bersamaan atau simultan terhadap variabel terikatnya dan bisa juga digunakan untuk menguji model regresi yang dibuat signifikan atau non signifikan (Hartatie et al., 2021).

Ragam genotip (σ_g^2) dan ragam fenotip (σ_f^2) suatu sifat berdasarkan nilai harapan kuadrat tengah dengan menggunakan rumus berdasarkan Martono (2020) sebagai berikut:

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTE}{r}$$

Keterangan :

- σ_g^2 : Ragam genotip
- KTg : Kuadrat tengah genotip
- KTE : Kuadrat tengah environment (Lingkungan)
- r : Ulangan

$$\sigma_g^2 = \sigma_g^2 + \sigma_E^2$$

Keterangan :

- σ_f^2 : Ragam fenotip
- σ_g^2 : Ragam genotip
- σ_E^2 : Ragam environment (Lingkungan)

Berdasarkan ragam tersebut, maka keragaman genotip dan fenotip dihitung dengan rumusan Singh & Chaudhary (1979) sebagai berikut:

$$KKG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{x} \times 100\%$$

Keterangan :

- KKG : Koefisien keragaman genotip
- σ_g^2 : Ragam genotip
- x : Rata-rata variabel pengamatan

$$KKF : \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{x} \times 100\%$$

Keterangan :

- KKF : Koefisien keragaman fenotip
- σ_f^2 : Ragam fenotip
- x : Rata-rata variabel pengamatan

Pendugaan nilai heritabilitas dalam arti luas, dihitung dengan (Fehr, 1987) dalam Meydina et al. (2015) sebagai berikut :

$$H^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2}$$

Keterangan :

- h^2 = Heritabilitas dalam arti luas
- σ_g^2 = Ragam genotip
- σ_p^2 = Ragam fenotip

Nilai heritabilitas dapat menentukan waktu dan metode seleksi sifat tanaman karena memberikan gambaran tentang proporsi ragam genetik dan ragam fenotipik yang dapat diwariskan kepada keturunannya. Nilai heritabilitas berkisar antara 0 – 1. Heritabilitas dengan nilai 0 berarti keragaman fenotipe disebabkan terutama oleh faktor lingkungan, sedangkan nilai 1 berarti keragaman genotipe disebabkan oleh faktor genetik. Jika nilai heritabilitas tinggi, seleksi dapat dilakukan pada generasi awal menggunakan metode seleksi massa atau seleksi galur murni. Sementara itu, jika nilai heritabilitas rendah maka seleksi dilakukan pada generasi lanjut dengan metode *pedigree*, *single seed descent*, *progeny test* (Aryana, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Hasil Analisa Kuantitatif

Panjang Batang

Hasil pengamatan panjang batang yang diukur mulai dari permukaan tanah sampai dengan segitiga daun paling atas pada batang primer, tersier dan sekunder menggunakan meteran berbahan seng pada usia tanaman 43 MSK (Tabel 1). Klon SB 12 memiliki panjang batang lebih tinggi yaitu 402,66 cm lebih tinggi dibandingkan dengan Klon lainnya.

Diameter Batang

Pada Gambar 1 menunjukkan SB 12 memiliki diameter batang lebih besar dibandingkan dengan Klon SB 01 dan SB 03. Pengukuran diameter batang primer, tersier dan sekunder pada ruas keempat diukur menggunakan jangka sorong dengan nilai ketelitian 0,05 mm pada umur 43 MSK.

Produktivitas

Hasil pengamatan di PG Gempolkrep terkait produktivitas Klon SB 01, SB 03, dan SB 03 pada ratoon 1 yang ditanam pada bulan Agustus 2020 dengan pemanenan pada bulan Juli 2021 tertera pada Gambar 2. Hasil analisis yang dilakukan di PTPN X PG Gempolkrep didapatkan hasil

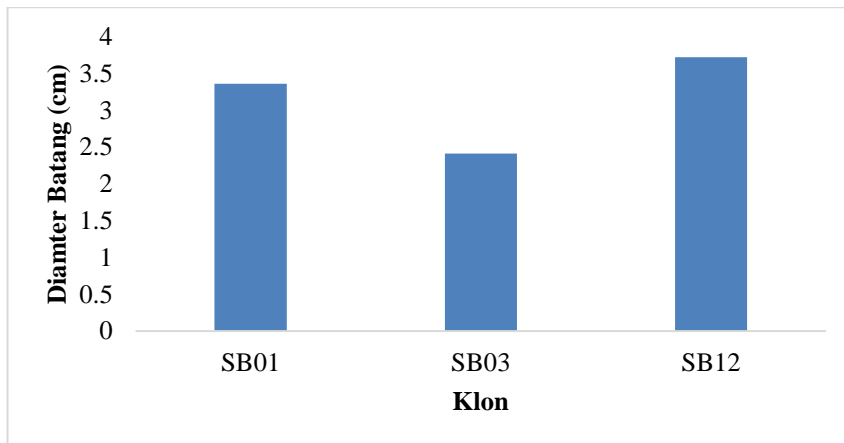
produktivitas tanaman tebu Klon SB 01 dengan nilai brix 22%, bobot Klon 1069 ku/ha, rendemen 8,14 % dan hablur 86,23 ku/ha. Produktivitas Klon SB 03 nilai brix 23%, bobot Klon 883 ku/ha, rendemen 8,93% dan hablur 78,73 ku/ha. Produktivitas Klon SB 12 nilai brix 23%, bobot Klon 1.196 ku/ha, rendemen 9,05 % dan hablur 108,27 ku/ha.

Hasil Analisa Deskriptif Karakter Morfologi

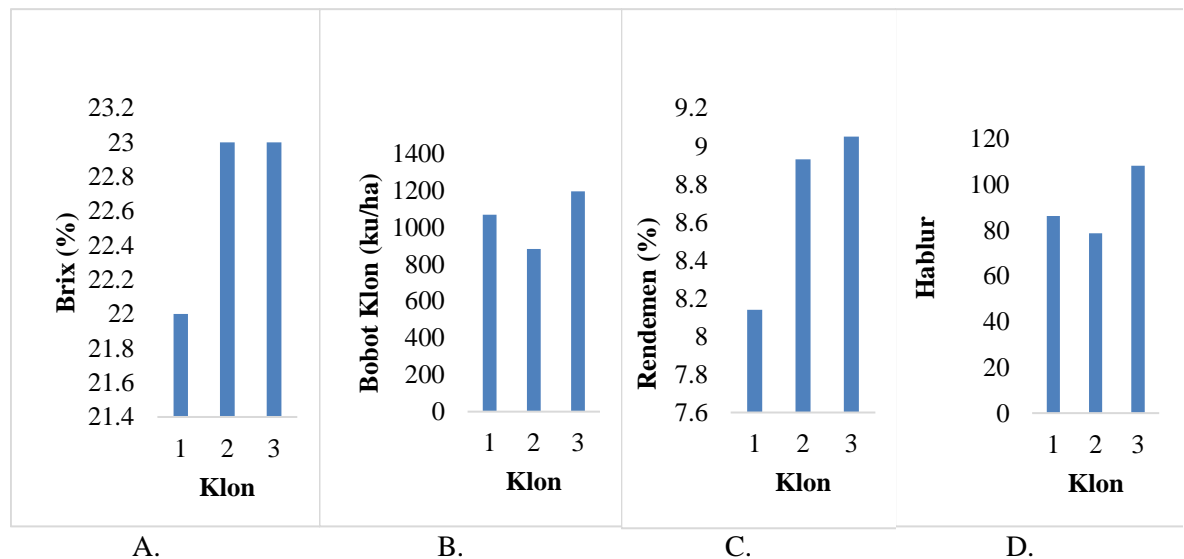
Hasil penelitian deskripsi karakteristik pada masing-masing Klon diantaranya adalah penampilan batang, daun dan mata tunas pada Klon SB 01, SB 03 dan SB 12. Pada parameter penampilan batang tebu Klon SB 01 memiliki bentuk batang silindris sampai tong, susunan batang berbuku, warna batangnya kehijauan dengan lapisan lilin tebal sehingga mempengaruhi warna batang, terdapat retakan batang namun tidak ada retakan gabus, cincin tumbuh melingkar datar sedangkan teras dan lubang bersifat masif, noda gabus tidak ada dan alur mata juga tidak ada. Pada batang tebu Klon SB 03 memiliki batang lurus silindris dengan penampang melintang bulat, warna batangnya merah keunguan/ kemerahan dengan lapisan lilin tipis sehingga tidak mempengaruhi warna batang, tidak terdapat retakan batang maupun retakan gabus, terdapat cincin tumbuh melingkar datar berwarna kuning, terdapat cincin lilin, sedangkan teras dan lubang pada batang tebu bersifat masif, tidak ada noda gabus dan alur mata (Gambar 3B). Sedangkan, Klon SB 12 memiliki bentuk batang konis sampai silindris, susunan ruas berbuku, warna batangnya kehijauan sebelum terpapar sinar matahari, kuning kehijauan setelah terpapar sinar matahari dengan lapisan lilin tipis sehingga tidak mempengaruhi warna batang, tidak terdapat retakan batang maupun retakan gabus, terdapat cincin tumbuh melingkar datar, terdapat cincin lilin sedangkan teras dan lubang bersifat masif, terdapat noda gabus namun jarang, tidak terdapat alur mata (Gambar 3C).

Tabel 1. Panjang Batang Tanaman Tebu (cm) Usia 43 Minggu Setelah Keprasan (MSK).
 Table 1. Sugarcane stem length (cm) at 43 weeks after cutting (MSK).

Klon Clone	Panjang Batang (cm) pada Umur Pengamatan 43 (MSK) Stem Length (cm) at Observation Age (MSK)
SB 01	357,66
SB 03	331,33
SB 12	402,66



Gambar 1. Diameter batang tanaman tebu Klon SB 01, SB 03 dan SB 12
 Figure 1. Stem diameter of sugarcane clones SB 01, SB 03 and SB 12



Gambar 2. (A) Grafik nilai brix tanaman Tebu Klon SB 01, SB 03 dan SB 12 (B) Grafik bobot Klon SB 01, SB 03 dan SB 12 (C) Grafik randemen tanaman tebu Klon SB 01, SB 03 dan SB 12 (D) Grafik tanaman tebu Klon SB 01, SB 03 dan SB 12

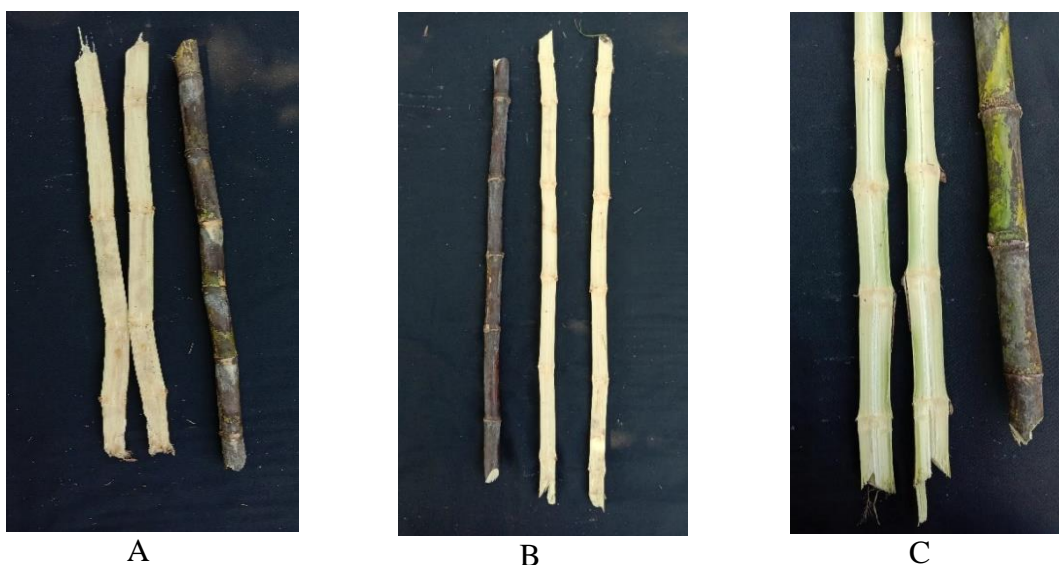
Figure 2. (A) Graph of brix value of sugarcane clones SB 01, SB 03 and SB 12 (B) Graph of weight of clones SB 01, SB 03 and SB 12 (C) Graph of sugarcane yield of clones SB 01, SB 03 and SB 12 (D) Graph of sugarcane clones SB 01, SB 03 and SB 12

Karakter kualitatif daun tebu Klon SB 01 memiliki warna kehijauan, helai daun berukuran lebar daun sedang (4 – 6 cm) dengan lengkung daun tegak, terdapat telinga daun dengan pertumbuhan kuat kedudukan telinga daun tegak, terdapat bulu bidang punggung dengan kedudukan condong, warna sendi segitiga daun hijau, warna pelepah daun hijau sebelum terpapar sinar matahari dan kemerahan setelah terpapar sinar matahari sedangkan sifat lepas pelepah termasuk kategori mudah (Gambar 4A). Pada Gambar 4B, fenotipe daun tebu Klon SB 03 memiliki penampilan warna kuning kehijauan, helai daun berukuran sedang (4 – 6 cm), dengan lengkung daun melengkung lengkung, warna sendi segitiga daun kuning kehijauan, warna pelepah daun kuning kehijauan tidak terdapat telinga daun, terdapat bulu bidang punggung sedang dengan kedudukan condong, sifat lepas pelepah memiliki kategori mudah. Gambar 4C menunjukkan daun tebu Klon SB 12 memiliki warna hijau tua, helai daun berukuran sedang (4 – 6 cm) dengan lengkung daun tegak melengkung $< 1/2$ nya, tidak ada telinga daun maupun bulu bidang punggung, warna sendi segitiga daun hijau kekuningan, warna pelepah daun kehijauan,

sifat lepas pelepah termasuk kategori agak mudah.

Mata tunas tanaman tebu Klon SB 01 memiliki bentuk oval dengan titik tumbuh di atas tengah mata tunas, sayap mata rata, tidak terdapat rambut tepi basal dan rambut jambul, mata tunas terletak diatas bekas pangkal pelepah daun ukuran mata tunas kecil (Gambar 5A). Mata tunas tanaman tebu Klon SB 03 memiliki bentuk bulat telur dengan titik tumbuh di atas tengah mata tunas, sayap mata rata, tidak terdapat rambut tepi basal dan rambut jambul, mata tunas terletak diatas bekas pangkal pelepah daun dengan ukuran mata tunas sedang (Gambar 5B).

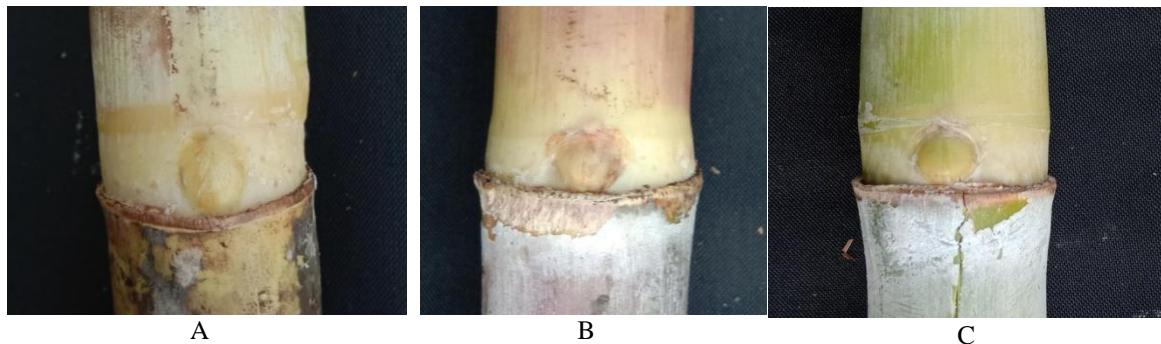
Mata tunas tanaman tebu Klon SB 03 memiliki bentuk bulat telur dengan titik tumbuh di atas tengah mata tunas, sayap mata rata, tidak terdapat rambut tepi basal dan rambut jambul, mata tunas terletak diatas bekas pangkal pelepah daun dengan ukuran mata tunas sedang. Mata tunas tanaman tebu Klon SB 12 memiliki bentuk bulat telur dengan pusat titik tumbuh di atas tengah mata tunas, tepi sayap mata rata, tidak terdapat rambut tepi basal maupun rambut jambul, mata tunas terletak di atas bekas pangkal pelepah daun dengan ukuran mata tunas besar. Lebih jelas disajikan dalam Gambar 5C.



Gambar 3. Batang tanaman tebu (A) Klon SB 01, (B) Klon SB 03, dan (C) Klon SB 12 umur 9 bulan
Figure 3. Sugarcane stems of (A) SB 01 clone, (B) SB 03 clone, and (C) SB 12 clone aged 9 months old



Gambar 4. Daun tanaman tebu (A) Klon SB 01, (B) Klon SB 03, dan (C) Klon SB 12 umur 9 bulan
Figure 4. Leaves of sugarcane plant of (A) SB 01 clone, (B) SB 03 clone, and (C) SB 12 clone aged 9 months old



Gambar 5. Mata tunas tanaman (A) Klon SB 01, (B) Klon SB 03, dan (C) Klon SB 12 umur 9 bulan
Figure 5. The buds of (A) SB 01 clone, (B) SB 03 clone, and (C) SB 12 clone aged 9 months old

Hasil penelitian yang dilakukan secara keprasan satu pada tanaman tebu Klon SB 01 di lahan uji Kebun Sambiroto milik PG Gempolkrep PTPN X bekerja sama dengan P3T Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik didapatkan hasil bahwa Klon SB 01 tahan terhadap hama Penggerek pucuk, Penggerek batang, penyakit Mosaik, Luka api, karat daun, *Ratoon Stunting Disease* dan penyakit Pokahbung. Tanaman tebu Klon SB 01 memiliki sifat agronomik perkecambahannya baik, diameter batang 3,36 cm saat usia 299 HSK, pembungaan jarang-sporadis, kemasakan di tengah-awal, daya keprasan termasuk kategori tahan, jumlah batang 8 – 10 batang/meter juring, tinggi batang 350 – 365 cm, dan

kadar sabut 17,4%. Potensi hasil tebu 1069 – 1242 ku/ha, rendemen 8,93 – 9,33 % dan hablur gula 86,23 – 112,7 ku/ha.

Hasil penelitian yang dilakukan secara keprasan satu pada tanaman tebu Klon SB 03 di lahan uji kebun Sambiroto milik PG Gempolkrep PTPN X bekerja sama dengan P3T Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik didapatkan hasil bahwa Klon SB 03 tahan terhadap hama Penggerek pucuk, Penggerek batang, penyakit Mosaik, Luka api, noda merah, noda kuning dan penyakit Pokahbung. Tanaman tebu Klon SB 03 memiliki sifat agronomis perkecambahannya baik, diameter batang 2,41 cm saat usia 299 HSK, pembungaan jarang-sporadis, kemasakan

di tengah, daya kepras termasuk kategori tahan, jumlah batang 10 – 12 batang/meter juring, tinggi batang 320 – 340 cm, dan kadar sabut 11,15%. Potensi hasil tebu 883 – 1110 ku/ha, rendemen 8,93 – 9,15% dan hablur gula 80,15 – 95,7 ku/ha.

Hasil penelitian yang dilakukan secara faktual pada tanaman tebu Klon SB 12 di lahan uji PTPN X PG Gempolkrep didapatkan hasil bahwa Klon SB 12 tahan terhadap hama Penggerek pucuk, Penggerek batang, penyakit Mosaik, Luka api, noda merah, noda kuning dan penyakit Pokahbung. Tanaman tebu Klon SB 12 memiliki sifat agronomis perkecambahan baik, diameter batang 3,72 cm saat usia 299 HSK, pembungaan jarang-sporadis, kemasakan di tengah, daya kepras termasuk kategori tahan, jumlah batang 12 – 14 batang/meter juring, tinggi batang 380 – 420 cm, dan kadar sabut 12,07%. Tanaman tebu Klon SB 01 memiliki potensi hasil tebu 1084 – 1196 ku/ha, rendemen 8,52% – 9,05% dan hablur gula 92,3 – 108,21 ku/ha.

Uji Regresi

Uji F atau dikenal dengan uji model regresi yaitu uji yang dilakukan untuk melihat pengaruh semua variabel bebas secara bersamaan atau simultan terhadap variabel terikatnya dan bisa juga digunakan untuk menguji model regresi yang dibuat signifikan atau non signifikan. (Hartatie.,dkk, 2021). Hasil analisis Regresi disajikan dalam Tabel 2. Hasil perhitungan regresi dalam tabel 2 menunjukkan hasil nilai sig pada rendemen tebu sebesar 0.54 berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa nilai Sig lebih besar dari 0.05 maka diterima H0 (Tidak Signifikan) yang artinya rendemen tebu tidak berpengaruh terhadap rendemen tebu Klon SB 01, SB 03 dan SB 12, Hablur tebu didapatkan nilai Sig sebesar 0.89. Berdasarkan hasil tersebut menyatakan nilai Sig lebih besar dari 0.05, maka H0 terima (Tidak Signifikan) yang menyatakan hablur tebu tidak berpengaruh signifikan terhadap hablur Klon SB 01, SB 03 dan SB

12, Bobot tebu juga didapatkan nilai Sig lebih besar dari 0.05 yaitu 0.69, H0 terima (Tidak Signifikan) yang artinya bobot tebu tidak berpengaruh signifikan terhadap bobot Klon SB 01, SB 03 dan SB 12.

Keragaman Genetik

Analisis keragaman genetik dimaksudkan untuk mengetahui nilai keragaman. Nilai keragaman untuk variabel kuantitatif dapat diketahui berdasarkan nilai koefisien keragaman genotip (KKG) dan koefisien keragaman fenotip (KKF). Nilai koefisien keragaman genotip menentukan potensi kemajuan seleksi untuk sifat yang diuji. Berdasarkan analisis keragaman karakter yang diamati nilai koefisien keragaman fenotip dan genotip dari SB 01, SB 03 dan SB 12 bervariasi. Lebih jelas disajikan dalam Tabel 3.

Hasil analisis koefisien keragaman genotip pada rendemen tebu memiliki kategori tinggi (79%) sedangkan koefisien keragaman fenotip memiliki kategori agak rendah (27%), koefisien keragaman genetik pada hablur termasuk kategori rendah (3%) namun memiliki nilai koefisien fenotip yang termasuk dalam kategori tinggi (45651%), nilai koefisien keragaman genetik pada bobot tebu termasuk kedalam kategori agak rendah (29%) namun pada koefisien keragaman fenotip memiliki kategori tinggi (3852151%) seperti pada Tabel 3.

Heritabilitas

Analisis Heritabilitas dimaksudkan untuk mengetahui besar pengaruh faktor genetik terhadap karakter tanaman maka perlu diketahui dengan nilai heritabilitasnya. Nilai heritabilitas memiliki kriteria rendah, sedang dan tinggi. Lebih jelas disajikan dalam Tabel 4.

Rendemen yang diamati dalam penelitian ini memiliki nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi. Nilai duga ragam genetik pada hablur dan bobot tebu yang memiliki nilai perbandingan sangat jauh dengan nilai ragam fenotip rendah sehingga

Tabel 2. Hasil Analisis Regresi

Table 2. Regression Analysis Results

Karakter yang diamati <i>Observed characters</i>	Sig <i>Sig</i>
Rendemen	0.54
Hablur	0.89
Bobot tebu	0.69

Keterangan : Siginifikan (Sig > 0.05) dan Tidak signifikan (Sig < 0.05)

Note: Significant (Sig > 0.05) and non-significant (Sig < 0.05)

Tabel 3. Nilai koefisien keragaman fenotip (KKF) dan koefisien keragaman genotip (KKG)

Table 3. Values of coefficient of phenotypic diversity (KKF) and coefficient of genotypic diversity (KKG)

Karakter Yang Diamati <i>Observed Characteristic</i>	KKF % <i>KFF %</i>	Kriteria <i>Criteria</i>	KKG % <i>KKG %</i>	Kriteria <i>Criteria</i>
Rendemen (%)	27	Agak rendah	79	Tinggi
Hablur (ku/ha)	45651	Tinggi	3	Rendah
Bobot Tebu (ku/ha)	3852151	Tinggi	29	Agak rendah

Keterangan : Rendah (0 – 25 %), Agak Rendah (25 – 50 %), Agak Tinggi (50 – 75 %) dan Tinggi (75 – 100 %)

Note: Low (0 – 25 %), Rather Low (25 – 50 %), Rather High (50 – 75 %) dan High (75 – 100 %)

Tabel 4. Hasil analisis heritabilitas

Table 4. Results of heritability analysis

Karakter Yang Diamati <i>Observed Characteristic</i>	H ² (%) <i>H² (%)</i>	Kriteria <i>Criteria</i>
Rendemen (%)	74	Tinggi
Hablur (ku/ha)	0.01	Rendah
Bobot Tebu (ku/ha)	0.00	Rendah

Keterangan: Rendah = $h^2_{bs} < 20\%$, Sedang = $20\% \leq h^2_{bs} < 50\%$ dan Tinggi = $h^2_{bs} \geq 50\%$

Note: Low = $h^2_{bs} < 20\%$, Intermediate = $20\% \leq h^2_{bs} < 50\%$ dan High = $h^2_{bs} \geq 50\%$

menyebabkan nilai duga heritabilitas arti luas, karakter Klon SB 01, SB04, dan Rendemen yang diamati dalam penelitian ini memiliki nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi. Nilai duga ragam genetik pada hablur dan bobot tebu yang memiliki nilai perbandingan sangat jauh dengan nilai ragam fenotip rendah sehingga menyebabkan nilai duga heritabilitas arti luas, karakter Klon SB 01, SB04, dan SB 12 tersebut bernilai nol. Sebaliknya pada rendemen memiliki nilai perbandingan dekat dengan nilai ragam fenotip (tinggi) dapat tercermin dalam Tabel 4. Hasil analisis menyatakan bahwa nilai heritabilitas SB 01, SB 03, dan SB 12 berbeda.

PEMBAHASAN

Kajian Hubungan Kekerabatan Klon Tanaman Tebu Terhadap Tetua

Hasil penelitian dari analisis deskripsi karakter morfologi sebagaimana Gambar

3.3 – 3.11 menunjukkan bahwa karakter morfologi pada Klon SB 01, SB 03 dan SB 12 menunjukkan kecenderungan karakter terhadap tetua untuk dapat memetakan kekerabatan dan karakter sifat tiap Klon. Dengan adanya pemetaan kekerabatan akan mudah dalam menentukan keragaman plasma nutfah jika ingin menyilangkan tanaman. Karakteristik morfologi pada Klon SB 01 mengarah pada varietas VMC 71/238. Hasil penelitian ini telah sesuai dengan hasil penelitian Saifudin (2020) yang menyebutkan tetua dari Klon SB 01 lebih cenderung pada varietas VMC 71/238. Beberapa persamaan yang muncul diantaranya bentuk batang, lapisan lilin, cincin tumbuh, teras dan lubang, letak mata, tepi sayap mata, rambut tepi basal, rambut jambul, pusat titik tumbuh. Sifat agronomis perkecambahan baik, diameter batang 3.36 cm, pembungaan jarang-sporadis, kemasakan tengah-awal, daya keprasan tahan, jumlah

batang 8 – 10 batang/meter juring, tinggi batang 350 – 365 cm dan kadar sabut 17.40 cm. Potensi produksi pada plantcane sampai ratoon 1 hasil tebu 1069 – 1242 ku/ha, rendemen 8,93 – 9,33% hablur gula 86,23 – 112,7 ku/ha. Tahan berbagai hama dan penyakit diantaranya penggerek pucuk, penggerek batang, pokahbong, mosaic bergaris, karat daun, noda merah, luka api dan RSD.

Karakteristik morfologi dan sifat fisiologis yang dimiliki Klon SB 03 mengarah pada varietas Cening. Hasil penelitian ini telah sesuai dengan hasil penelitian Anwar (2020) yang menyatakan kecenderungan karakter Klon SB 03 mengarah pada varietas Cening. Karakter Klon SB 03 yang sesuai dengan varietas Cening diantaranya bentuk batang, retakan batang, cincin tumbuh, helai daun, bulu bidang punggung, sifat lepas pelepah, rambut jambul dan pusat titik tumbuh. Sifat agronomis perkecambahan baik, diameter batang 2,41 cm, pembungaan jarang-sporadis, kemasakan tengah, jumlah batang 10 – 12 batang/meter juring, tinggi batang 320 – 340 cm dan kadar sabut 11,15%. Potensi produksi plantcane sampai ratoon 1 didapatkan hasil tebu 883 – 1110 ku/ha, rendemen 8,93 – 9,15% dan hablur gula 80,15 – 95,7 ku/ha. Tahan berbagai hama dan penyakit diantaranya penggerek pucuk, penggerek batang, pokahbong, mosaic bergaris, karat daun, noda merah, luka api dan RSD.

Karakteristik morfologi pada Klon SB 12 mengarah pada varietas PSBM 90-1. Beberapa persamaan yang muncul diantaranya bentuk batang, warna batang, lapisan lilin, retakan batang, cincin tumbuh, alur mata, helai daun, telinga daun, bulu bidang punggung, letak mata, rambut tepi basal, rambut jambul, pusat titik tumbuh. Sifat agronomis perkecambahan baik, diameter batang 3,72 cm, pembungaan jarang-sporadis, kemasakan tengah, daya keprasan tahan, jumlah batang 12 – 14 batang/meter juring, tinggi batang 380 – 420 cm, kadar sabut 12,07%. potensi produksi plantcane sampai ratoon 1 hasil tebu 1084

– 1196 ku/ha, rendemen 8,52 – 9,05 % dan hablur gula 92,3 – 108,21 ku/ha. Tahan berbagai hama dan penyakit diantaranya penggerek pucuk, penggerek batang, pokahbong, mosaic bergaris, karat daun, noda merah, luka api dan RSD.

Regresi

Hasil uji regresi terhadap Klon SB 01, SB 03 dan SB 12 sebagaimana data tabel 4 menunjukkan bahwa rendemen memiliki nilai 0.54 nilai Sig lebih besar dari 0.05 maka keputusannya adalah terima H_0 (Tidak Signifikan) yang artinya rendemen tetua tidak berpengaruh terhadap rendemen tebu Klon SB 01, SB 03 dan SB 12. Pada hablur tebu didapatkan nilai Sig sebesar 0.89 hasil nilai Sig lebih besar dari 0.05, maka H_0 terima (Tidak Signifikan) yang artinya hablur tetua tidak berpengaruh signifikan terhadap hablur Klon SB. Pada bobot tebu juga didapatkan nilai Sig lebih besar dari 0.05 yaitu 0.69 maka keputusannya adalah terima H_0 (Tidak Signifikan) yang artinya bobot tetua tidak berpengaruh signifikan terhadap bobot Klon SB 01, SB 03 dan SB 12. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel rendemen, hablur bobot tebu tetua tidak berpengaruh nyata terhadap karakter rendemen, hablur dan bobot tebu Klon SB 01, SB 03 dan SB 12. Hasil analisis sesuai pendapat Cardozo & Sentelhas (2013) peningkatan atau penurunan hasil tebu dipengaruhi oleh kondisi cuaca, pengelolaan tanaman dan karakteristik kultivar. Variabel iklim memiliki korelasi yang signifikan dengan pematangan tebu.

Terdapat faktor lain yang mempengaruhi produktivitas tebu selain dari faktor tetua. Menurut Mayangsari & Andina (2018) penanaman tebu dilakukan dengan penggunaan input yang tepat maka akan berpengaruh positif pada peningkatan produktivitas. Selain penanaman tebu yang efektif dan efisien, optimasi masa giling juga akan memberikan dampak positif terhadap peningkatan rendemen rata-rata yang dapat dicapai oleh pabrik gula bersangkutan. Optimasi masa giling perlu

ditunjang oleh peningkatan kapasitas giling agar dapat memecahkan masalah penggilingan tebu yang masih muda maupun terlalu tua yang memberikan tingkat rendemen relatif rendah. Dalam menghasilkan produktivitas tebu juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain selain dari tetuanya.

Keragaman Genetik

Hasil analisis ini menyatakan bahwa tinggi rendahnya nilai KKF dan KKG menggambarkan karakteristik keragaman genetik Klon SB 01, SB 03 dan SB 12. Menurut Crowder (1997), apabila beberapa genotipe tanaman yang berbeda ditanam pada lingkungan yang seragam, akan menunjukkan penampilan fenotipe yang berbeda-beda. Pada penelitian ini rendemen tebu nilai KKG termasuk kategori tinggi (79%) sedangkan nilai KKF termasuk kategori agak rendah (27%). KKG pada hablur termasuk kategori rendah (3%) namun memiliki nilai KKF kategori tinggi (45651%), nilai KKG pada bobot tebu termasuk kedalam kategori agak rendah (29%) namun pada nilai KKF termasuk kategori tinggi (3852151%), sebagaimana tercantum dalam Tabel 5.

Menurut Meydina et al. (2015) keragaman yang luas dapat dipengaruhi oleh gen yang mengatur proses fisiologis tanaman. Gen tersebut menata asupan unsur hara yang diperoleh dari tanah ke seluruh bagian tanaman. Keragaman genetik tinggi menandakan keefektifan seleksi atau keberhasilan suatu kegiatan pemuliaan tanaman (Jalata et al., 2010). Keragaman genetik yang tinggi pada karakter maka peluang untuk mendapatkan genotip dengan sifat karakter yang

lebih baik melalui seleksi semakin besar (Halide & Paserang, 2020). Nilai koefisien keragaman genetik yang kecil menunjukkan bahwa pengaruh lingkungan lebih besar terhadap karakter tersebut.

Heritabilitas

Randemen yang diamati dan dianalisis dalam penelitian ini memiliki nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi (74%). Nilai duga ragam genetik pada hablur dan bobot tebu yang memiliki nilai perbandingan sangat jauh dengan nilai ragam fenotip sehingga menyebabkan nilai duga heritabilitas arti luas karakter tersebut bernilai nol seperti dalam tabel 3.5. Hal tersebut terjadi bukan karena tidak ada keragaman genetik, namun keragaman lingkungan pada karakter tersebut terlalu besar sehingga menutupi keragaman genetik. Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan tingkat hubungan antara genotipe dan fenotipe yang tinggi. Nilai duga heritabilitas yang tinggi terjadi karena faktor genetik memiliki pengaruh yang lebih besar dari faktor lingkungan terhadap keragaman suatu karakter (Malik et al., 2006).

Heritabilitas suatu karakter nilainya tidak konstan, banyak faktor yang mempengaruhi nilai heritabilitas, antara lain karakteristik populasi, sampel yang dievaluasi, metode estimasinya, adanya pautan gen (*linkage*), pelaksanaan percobaan, generasi populasi yang diuji, dan lainnya. Seleksi akan lebih efektif dilakukan pada karakter yang memiliki nilai duga heritabilitas tinggi. Lindiana et al. (2015) menyebutkan bahwa tinggi rendahnya nilai heritabilitas dapat dipengaruhi oleh perbedaan genetik

Tabel 5. Hasil analisis koefisien keragaman fenotip (KKF) dan koefisien keragaman genetic (KKG)
 Table 5. Results of phenotype variance coefficient (PVC) and genetic variance coefficient (GVC)

Karakter Yang Diamati <i>Observed characteristic</i>	KKF % <i>PVC%</i>	Kriteria <i>Criteria</i>	KKG % <i>GVC%</i>	Kriteria <i>Criteria</i>
Rendemen (%)	27	Agak rendah	79	Tinggi
Hablur (ku/ha)	45651	Tinggi	3	Rendah
Bobot Tebu (ku/ha)	3852151	Tinggi	29	Agak rendah

Keterangan: Kriteria nilai KKF dan KKG adalah rendah ($0\% \leq 25\%$), agak rendah ($25\% \leq 50\%$), cukup tinggi ($50\% \leq 75\%$), dan tinggi ($75\% \leq 100\%$)

Note: PVC and GVC criteria, low ($0\% \leq 25\%$), rather low ($25\% \leq 50\%$), rather high ($50\% \leq 75\%$), and high ($75\% \leq 100\%$)

sumber tetua. Hasil dari nilai heritabilitas tinggi dan diikuti oleh keragaman genetik luas, menunjukkan besarnya peranan genetik pada sautu karakter, sehingga memberikan peluang bagi kemajuan genetik.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa:

1. Keragaman genetik Klon SB 01 memiliki kecenderungan mewarisi karakter morfologi dan agronomi tetua varietas VMC71/238, Klon SB 03 memiliki kecenderungan mewarisi karakter morfologi dan agronomi tetua varietas Cening. Klon SB 12 memiliki kecenderungan mewarisi persamaan karakter morfologi dan agronomi tetua varietas PSBM 90-1.
2. Analisa regresi linier menunjukkan bahwa keragaman genetik rendemen, hablur, bobot tebu tetua tidak berpengaruh nyata pada Klon SB 01, SB 03, SB 12 di lingkungan tumbuh sama.
3. Keragaman genetik KKF rendemen tebu Klon SB 01, SB 03 dan SB 12 kriteria agak rendah (27 %) sedangkan hablur dan bobot tebu memiliki kriteria tinggi (45651 % dan 3852151 %). KKG rendemen termasuk kategori tinggi (79 %), hablur memilki kriteria rendah (3%) sedangkan bobot tebu memiliki kriteria agak rendah (29 %). Rendemen Klon SB 01, SB 03 dan SB 12 lebih dipengaruhi faktor genetik, sedangkan hablur dan bobot tebu pada Klon SB 01, SB 03 dan SB 12 lebih dipengaruhi faktor lingkungan dari pada faktor genetik

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, K. (2020). *Identifikasi Karakter Morfologi Beberapa Klon Tanaman Tebu (Saccharum Officinarum L.) Di Desa Sambiroto Kecamatan Sooko-Mojokerto*. Universitas Muhammadiyah Gresik.

Aryana, M. I. (2010). Test of Uniformity, Heritability and Genetic Gain of Red Rice Obtained from Back Cross Selection in a Dryland Environment. *J. Crop Agro*, 3, 13–20. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=IUgO1scAAAAJ&pagesize=80&citation_for_view=IUgO1scAAAAJ:mB3voiENLucC

Budi, S., Laily, N., Anwar, K., Prihatiningrum, A. ., Sutaryianto, T., & Widyaningsih, K. (2013). Peningkatan produktivitas Tanaman Tebu Melalui Model Integrasi Kultur Teknik Optimal Dan Standarisasi Efisiensi Pabrik Gula, Berbasis Bibit Single Bud (Bud Chips) Dan Kebijakan Di Provinsi Jawa Timur. In *Laporan Penelitian. Penelitian Unggul Strategi Nasional. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik*.

Cardozo, N. P., & Sentelhas, P. C. (2013). Climatic effects on sugarcane ripening under the influence of cultivars and crop age. *Scientia Agricola*, 70(6), 449–456. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000600011>


Crowder, L. . (1997). *Genetika Tumbuhan* (L. Kusdiarti (ed.)). Gadjah Mada University Press. <https://onsearch.id/Author/Home?author=Crowder%2C+L.V>


Fehr, W. R. (1987). *Principles of Cultivar Development: Theory and Technique (Vol 1)*. Macmillan Pub. https://books.google.co.id/books?id=BvXwAAAAMAAJ&source=gbs_book_other_versions


Halide, E. S., & Paserang, A. P. (2020). Keragaman genetik, Heritabilitas dan Korelasi Antar Kentang (*Solanum tuberosum L.*) yang Dibudidayakan di

- Napu. *Biocelbes*, 14(1), 94–104. <https://doi.org/10.22487/bioceb.v14i1.15090>
- Hartatie, D., Taufika, R., & Achmad, P. B. (2021). Pengaruh Curah Hujan dan Pemupukan terhadap Produksi Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Pabrik Gula Asembagus Kabupaten Situbondo. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 21(2), 66–72. <https://doi.org/10.25047/jii.v21i2.2592>
- Indrawanto, C., Purwono, Siswanto, Syakir, M., & Rumini, W. (2010). *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. ESKA Media. <https://www.yumpu.com/id/document/view/12904322/budidaya-dan-pasca-panen-tebu>
- Jalata, Z., Ayana, A., & Zeleke, H. (2010). Variability, Heritability and Genetic Advance for Some Yield and Yield Related Traits in Ethiopian Barley (*Hordeum vulgare* L.) Landraces and Crosses. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, 5(1), 44–52. <https://doi.org/10.3923/ijpb.2011.44.52>
- Jumin, H. B. (2008). *Dasar-dasar Agronomi*. Raja Grafindo Persada. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=356905>
- Lindiana, N. S., & Maimun, B. (2015). Estimasi parameter genetik karakter agronomi kedelai (*Glycine max* L.) generasi F2 hasil persilangan Wilis x B3570 di lahan kering. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=BPamZPgAAAAJ&citation_for_view=BPamZPgAAAAJ:W7OEmFMylHYC
- Malik, M. F. A., Ashraf, M., Qureshi, S., & Ghafoor, A. (2006). Utilization of diverse germplasm for soybean yield improvement. *Asian J Plant Sci*, 15(1), 9–15. <https://doi.org/10.3923/ajps.2006.663.667>
- Martono, B. (2020). Keragaman Genetik, Heritabilitas Dan Korelasi Antar Karakter Kuantitatif Nilam (*Pogostemon* sp.) Hasil Fusi Protoplas. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 15(1), 9. <https://doi.org/10.21082/jlitri.v15n1.2009.9-15>
- Mayangsari, & Andina. (2018). Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Produksi Gula PG. Wringin Anom Kabupaten Situbondo. *Conference On Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2018)*. <https://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/article/view/648>
- Meydina, A., Barmawi, M., & Sa'diyah, N. (2015). Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Karakter Agronomi Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) Generasi F 5 Hasil Persilangan Genetic variability and heritability of Agronomy Characters of Soybean (*Glycine max* [L.] Merrill) F5 Generation As The Result. *Penelitian Pertanian Terapan*, 15(3), 1–9. <https://www.neliti.com/publications/139516/variabilitas-genetik-dan-heritabilitas-karakter-agronomi-kedelai-glycine-max-l-m>
- Naruputro, A. (2010). *Pengelolaan Tanaman Tebu (Saccharum officinarum L.) Dengan Aspek Khusus Mempelajari Produktivitas Tiap Kategori Tanaman di Pabrik Gula Kreet Baru* [IPB University]. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/26914>
- Saifudin, M. R., Budi, S., & Lailiyah, W. N. (2021). Keragaan Pertumbuhan Dan Produksi Tiga Klon Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) Pada Naungan Di Tanah Aluvial Kebun Sambiroto Kecamatan Sooko-Mojokerto. *TROPICROPS*, 4(1), 33–38.

<http://journal.umg.ac.id/index.php/tropicrops/article/view/2331>

Simpson, M. G. (2006). *Plant systematics*. Elsevier Academic Press Publication.  https://books.google.co.id/books/about/Plant_Systematics.html?id=Enuaxb9FymEC&redir_esc=y

Singh, R. K., & Chaudhary, B. D. (1979). *Biometrical methods In quatitative genetic analysis*. Kalyani Publisher.  https://www.google.co.id/books/edition/Biometrical_Methods_in_Quantitative_Gene/eoa3vgEACAAJ?hl=en

Sugiyono. (2016). *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta.  <https://ilms.jabarprov.go.id/inlislite31/opac/detail-opac?id=17531>



Pemetaan Kesehatan Kebun Kelapa Sawit Berdasarkan Nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) Menggunakan Citra Landsat-8 Di Kebun PT. Wanapotensi Guna

Mapping Health of Oil Palm Based on Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Using Landsat-8 Images in PT. Wanapotensi Guna

Author(s): Nur Hadi Ageng Pangestu⁽¹⁾; Galuh Banowati^{(1)*}

⁽¹⁾ Politeknik LPP Yogyakarta

* Corresponding author: glb@polteklpp.ac.id

Submitted: 13 Jan 2023

Accepted: 7 Feb 2023

Published: 31 Mar 2023

ABSTRAK

Komoditas kelapa sawit memberikan sumbangan devisa terhadap negara sangat besar, rata-rata pertahun US\$ 22-23 miliar. Bahkan ditahun 2021, devisa yang dihasilkan dari ekspor komoditas kelapa sawit mencapai US\$ 30 miliar, rekor tertinggi selama ini. Faktor kesehatan tanaman menjadi sangat penting untuk diperhatikan agar tanaman menghasilkan sesuai potensi genetisnya. Berbagai metode yang cepat dan akurat dikembangkan untuk melakukan analisis kesehatan tanaman, mengingat lahan pengusahaan bersifat hamparan dan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. *NDVI* atau *Normalized Difference Vegetation Index* merupakan metode yang digunakan dalam membandingkan tingkat kehijauan vegetasi yang berasal dari citra satelit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kondisi kesehatan tanaman kelapa sawit dengan menggunakan metode *NDVI* dengan teknologi penginderaan jauh menggunakan Citra Landsat 8 L2 C2 yang direkam pada 07 Oktober 2021. Nilai *NDVI* yang diperoleh dijadikan acuan untuk menilai tingkat kesehatan tanaman, dan untuk komparasi nilai *NDVI* yang diperoleh dikorelasikan dengan hasil *LSU* (*Leaf Sampling Unit*) unsur Nitrogen. Penelitian ini merupakan studi kasus yang dilaksanakan di PT. Wanapotensi Guna yang terletak di Kecamatan Sanga Desa, Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwasanya dari total wilayah tengah II PT. Wanapotensi Guna menunjukkan, 0.1% tergolong non vegetasi, 0.2% tergolong tanaman tidak sehat, 50.12% tergolong tanaman normal dan 49.58% tergolong tanaman sehat dengan korelasi nilai *NDVI* dengan data *LSU* N memiliki korelasi yang kuat dengan nilai 0.7214.

Kata Kunci:

Citra Satelit;
Kesehatan
Tanaman
Kelapa Sawit;
Landsat 8;
NDVI

ABSTRACT

Keywords:

Landsat 8;
NDVI;
Oil Palm
Health;
Satellite
Imagery.

*Palm oil contributes a very large amount of foreign exchange to Indonesian countries, with an annual average of US\$ 22-23 billion. Even in 2021, the foreign exchange generated from the export of palm oil commodities will reach US\$ 30 billion. Plant health is very important to note that plants produce according to their genetic potential. Various fast and accurate methods have been developed to carry out plant health analysis, bearing in mind that the cultivated land is expansive and highly influenced by environmental conditions. *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) is a method used to compare the greenness of vegetation from satellite imagery. This study aims to analyze the health conditions of oil palm plants using the *NDVI* method with remote sensing technology using Landsat 8 L2 C2 imagery which was recorded on October 7, 2021. *NDVI* value is used as a reference for assessing the level of plant health, and for comparison, the *NDVI* value correlated with the results of the *LSU* (*Leaf Sampling Unit*) element of Nitrogen. This research is a case study conducted at PT. Wanapotensi Guna is located in Kecamatan Sanga Desa, Kabupaten Musi Banyuasin, South Sumatra. The results of this study indicate that the total middle area II of PT. Wanapotensi Guna shows that 0.1% is classified as non-vegetation, 0.2% is classified as unhealthy plants, 50.12% is classified as normal plants, and 49.58% is classified as healthy plants with a correlation of *NDVI* values with *LSU* N data having a strong correlation with a value of 0.7214.*



PENDAHULUAN

Komoditas kelapa sawit memberikan sumbangan devisa terhadap negara sangat besar, rata-rata pertahun US\$ 22-23 miliar. Bahkan ditahun 2021, devisa yang dihasilkan dari ekspor komoditas kelapa sawit mencapai US\$ 30 miliar, rekor tertinggi selama ini.

Produk kelapa sawit sebagai salah satu bahan baku industri memegang peranan penting dalam kegiatan perekonomian Indonesia. Selain sebagai salah satu penghasil devisa Negara, kelapa sawit juga bersifat padat karya (*labour intensive*) sehingga banyak menyerap tenaga kerja (Indarti, 2014), sawit membuka lapangan kerja bagi 16 juta orang secara langsung. Pulau Sumatera dan Kalimantan menjadi daerah konsentrasi perkebunan kelapa sawit, akan tetapi produktivitas CPO tertinggi dihasilkan di Papua, yaitu 5.140 kg/ha (Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, 2022). Untuk mengiringi kebutuhan minyak kelapa sawit dunia, dibutuhkan suatu inovasi teknologi yang dapat menekan biaya dan meningkatkan efisiensi kerja lapangan dengan secara dini mengetahui kesehatan tanaman.

Salah satu cara paling mudah untuk mengetahui tanaman yang sakit karena kekurangan nutrisi yaitu dengan mengamati bagian daunnya. Ketika tanaman kekurangan nutrisi akan menunjukkan gejalanya seperti layunya daun tanaman, berubahnya warna daun, dan produksi tanaman yang menurun. Selain menggunakan bagan warna daun, kekurangan nutrisi pada tanaman bisa diamati dengan kasat mata pada perubahan penampakan daun. Diagnosis berdasarkan gejala visual (*visible symptom*) memerlukan pendekatan sistematis antara lain apakah hara yang didiagnosis sifatnya mobil dalam floem atau tidak.

Gejala visual defisiensi hara dapat dilihat pada daun tua dan daun dewasa (*old and mature leaf blades*) atau pada daun

muda dan pucuk (*young leaf blades and apex*) tergantung apakah hara yang didiagnosis sifatnya mobil atau immobil dalam phloem. Untuk hara mobil seperti N dan Mg gejala visual pertama tampak pada daun tua dan daun dewasa, sedangkan untuk hara immobil seperti Ca gejala visual pertama tampak pada daun muda dan/atau pucuk. Saat kekurangan suatu nutrisi atau unsur hara tertentu, daun akan memberikan respon seperti menguning (klorosis), berubah warna menjadi coklat (nekrosis), terlihat seperti terbakar (menjadi putih karena kehilangan klorofil. Jika daun bagian bawah atau daun yang sudah tua memberikan gejala menguning (klorosis), menjadi coklat (nekrosis), atau munculnya bercak-bercak (bercak nekrosis) maka kekurangan unsur-unsur hara yang mobile penyebabnya. Unsur hara yang bersifat mobile adalah unsur N, P, K, Mg, Zn, dan Mo (Wiraatmaja, 2017).

Sampel daun sawit diperoleh melalui kegiatan yang disebut *Leaf Sampling Unit* (LSU). LSU adalah kesatuan dari sampel atau contoh daun (KCD) yang diambil dari pelepah ke-9 untuk TBM atau ke-17 untuk TM. Sampel daun tersebut digunakan untuk keperluan analisa daun di laboratorium. Data dari hasil analisa laboratorium tersebut, digunakan untuk keperluan penentuan dosis dan jenis pupuk selama periode tertentu. Kegiatan LSU dilakukan oleh perusahaan perkebunan sawit minimal 1 kali dalam setahun. Data hasil analisa laboratorium sampel daun sawit dapat digunakan untuk mengidentifikasi status level unsur hara pada tanaman kelapa sawit. Status level unsur hara tersebut dapat diketahui dengan cara membandingkan data hasil analisa laboratorium dengan tabel yang dikembangkan oleh Fairhurst dan Mutert (Fairhurst & Mutert, 1999).

Analisis data Penginderaan Jauh memerlukan data rujukan seperti peta tematik, data statistik, dan data lapangan. Hasil analisis yang diperoleh berupa

informasi mengenai bentang lahan, jenis penutup lahan, kondisi lokasi, dan kondisi sumberdaya daerah yang diindera. Salah satu bentuk data Penginderaan Jauh adalah citra satelit. Citra dari satelit *Landsat* merupakan salah satu citra satelit yang banyak digunakan dalam aplikasi Penginderaan Jauh karena cukup baik dalam interpretasi penutupan lahan daerah yang luas dan mudah didapatkan. Satelit *Landsat* terbaru yang diluncurkan adalah *Landsat 8*.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) adalah perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan. *NDVI* dapat menunjukkan parameter yang berhubungan dengan parameter vegetasi yaitu biomassa, daerah dedaunan hijau yang merupakan nilai yang dapat diperkirakan untuk pembagian vegetasi. Nilai indeks pada *NDVI* antara -1 sampai 1, namun dalam pembedaan obyek mempunyai nilai indeks yang berbeda. Obyek vegetasi mempunyai range antara 0,2 hingga 0,8 sedangkan untuk obyek non vegetasi berkisar antara -1 hingga 0 (Simarmata et al., 2019).

Pemetaan kondisi kesehatan tanaman kelapa sawit merupakan kegiatan yang sangat penting dilakukan untuk mengetahui kondisi kesehatan tanaman. Pada masa sekarang monitoring kondisi kesehatan tanaman kelapa sawit masih banyak dilakukan secara manual sehingga memakan waktu dengan hasil yang tingkat subjektifitasnya tinggi. Perkembangan teknologi penginderaan jauh, dapat memonitor kesehatan tanaman dengan cepat secara global dengan tingkat subjektifitas yang rendah menggunakan kamera multispektral.

Penelitian menggunakan metode klasifikasi *NDVI* untuk menilai sebaran kondisi kesehatan tanaman sawit di Sumatera Selatan, diperoleh bahwa hubungan antara kandungan klorofil total dan nilai *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)* memiliki hubungan

yang positif, dimana semakin tinggi nilai *NDVI*, maka semakin tinggi nilai kadar klorofilnya. Nilai determinan korelasi menunjukkan bahwa adanya hubungan yang sangat kuat antara nilai indeks vegetasi kesehatan kelapa sawit dengan nilai kandungan klorofil (Yurianda dkk., 2022).

Dalam penelitian menganalisis kesuburan tanah pada lahan sawit di Pelaihari Kalimantan Selatan menggunakan metode *NDVI*, didapatkan bahwa kelas sawit tidak subur paling dominan karena Nitrogen (N) yang berperan dalam pembentukan klorofil sedikit diserap oleh tanaman sehingga nilai indeks vegetasi (*NDVI*) bernilai 0.11 – 0.21. Kandungan Nitrogen (N) pada sampel tanah yang diuji tergolong sedang, rata-ratanya adalah 0.22 %. Sedangkan reaksi PH tanahnya adalah asam dengan rata-rata 5.42 sehingga faktor yang mempengaruhi tingkat kesuburan kelapa sawit adalah reaksi tanah (PH). Karena reaksi tanah (PH) yang asam dapat mempengaruhi rendahnya jumlah hara yang terkandung dalam tanah. Namun, korelasi antara PH dan N bernilai rendah yaitu 20.88 % (Sudjianto, 2015)

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya maka dilakukan studi kasus untuk menganalisis kesehatan tanaman di PT Wanapotensi Guna menggunakan data citra satelit *Landsat 8* dengan metode *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan untuk melakukan tindakan teknis budidaya untuk mempertahankan tanaman agar tetap sehat.

METODOLOGI

Lokasi penelitian di kebun PT. Wanapotensi Guna, Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Penelitian dilakukan pada bulan Maret - Juli 2022. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah laptop, mouse, smartphone dan internet, kemudian bahan yang diperlukan

dalam penelitian ini adalah citra landsat 8 dan peta kebun PT. Wanapotensi Guna di Kabupaten Musi Banyuasin, data LSU (Leaf Sampling Unit), microsoft excel dan Software ArcMap.

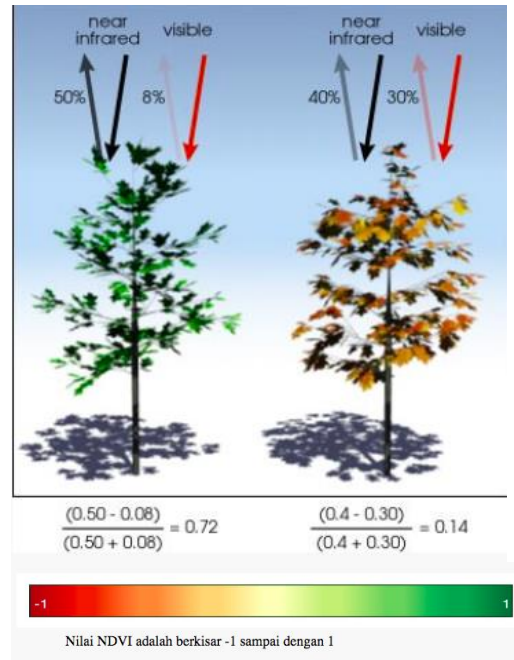
Dikutip dari Symphony GEO dipublikasikan 12 Maret 2017, perhitungan *NDVI* didasarkan pada prinsip bahwa tanaman hijau tumbuh secara sangat efektif dengan menyerap radiasi di daerah spektrum cahaya tampak (*PAR* atau *Photosynthetically Aktif Radiation*), sementara itu tanaman hijau sangat memantulkan radiasi dari daerah inframerah dekat. Konsep pola spektral di dasarkan oleh prinsip ini menggunakan hanya citra band merah adalah sebagai berikut:

$$NDVI = (NIR - Red)/(NIR + Red)$$

Dimana:

NIR= radiasi inframerah dekat dari piksel.

Red= radiasi cahaya merah dari piksel



Klasifikasi Kesehatan tanaman berdasarkan nilai *NDVI* (Rahaldi et al., 2013) yaitu:

Tabel 1. Klasifikasi Kesehatan Tanaman
Table 1. Plant Health Classification

Kelas	Kisaran <i>NDVI</i>
Non Vegetasi	0 s.d 0.11
Tanaman Tidak Sehat	0.11 s.d 0.22
Tanaman Normal	0.22 s.d 0.42
Tanaman Sehat	0.42 s.d 0.92

Sumber : (Rahaldi et al., 2013)

Tata Laksana Penelitian:

Pencarian data: Pengunduhan citra *landsat 8 Collection 2 Level 2* Kabupaten Musi Banyuasin pada tanggal 07 Oktober 2021 (dipilih berdasarkan kualitas citra yang paling jelas/tidak berawan) pada website *USGS* (citra dikoreksi). Peta kebun yang diperoleh dari bagian Tanaman PT Wanapotensi Guna dipotong berdasarkan wilayah lokasi kebun

Pemrosesan data: Citra saluran *band NIR* dan *red* dimasukkan di *ArcMap*, kemudian pilih “*ArcToolbox*”, pada “*ArcToolbox*” pilih “*Map Algebra*”, kemudian pilih “*Raster Calculator*”. Setelah itu persamaan *NDVI* dimasukkan yaitu $(NIR - red)/(NIR + red)$. Kemudian *file* dipilih dan ditempatkan serta diberi nama pada *output raster*, klik *ok*. Secara otomatis hasil kalkulasi akan dimunculkan pada layer.

Pengkelasan hasil *NDVI*, selanjutnya objek non-vegetasi diberi warna merah, tanaman tidak sehat diberi warna kuning, tanaman normal diberi warna hijau muda dan tanaman sehat diberi warna hijau tua.

Analisis Data: Kondisi kesehatan tanaman kelapa sawit ditentukan dari hasil analisis *NDVI* yang didapatkan dengan menggunakan aplikasi *ArcMap*, kemudian nilai dari *NDVI* yang didapatkan di hitung nilai korelasinya dengan aplikasi *Microsoft Excel* terhadap data hasil *LSU* unsur Nitrogen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman hidup menyerap gelombang tampak (*visible*) biru dan merah serta memantulkan gelombang hijau, oleh karena itu mata manusia melihat daun-daun tanaman yang hidup adalah berwarna hijau. Akan tetapi terdapat satu jenis gelombang lain yang juga di pantulkan oleh tanaman selain gelombang hijau, akan tetapi gelombang ini tidak dapat di lihat oleh mata, gelombang ini adalah gelombang *Near Infra Red*. Pada *landsat 8* memiliki lebar

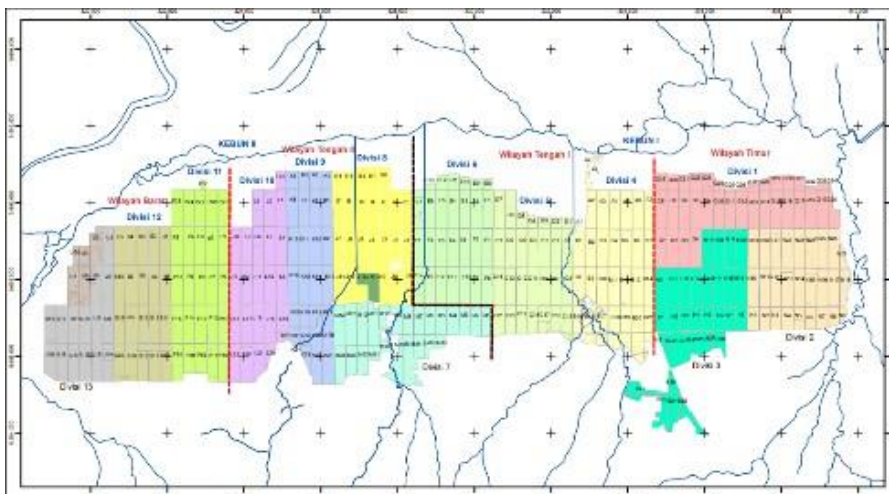
kanal 0,845-0,885 μm dan lebar kanal merah yaitu 0,630-0,680 μm kanal tersebut lebih sempit jika dibandingkan dengan *landsat 7* yang memiliki lebar kanal 0,775-0,900 μm dan lebar kanal merah yaitu 0,630-0,690 μm . Semakin sempit kanal maka semakin meningkat kemampuan mengenali obyek karena lebih fokus/ lebih spesifik dalam pengenalan objeknya meskipun variasi objek yang direkam oleh citra lebih sedikit (Amaliana, 2015).



Gambar 1. Citra Warna Landsat 8 Wilayah Tengah II
Figure 1. The displaying Landsat 8 Color Image of Central Region II

Gambar 1 merupakan citra warna asli wilayah tengah II PT Wanapotensi Guna dari hasil komposit band 3,4 dan 5 dengan menggunakan aplikasi *ArcMap*. Citra yang digunakan adalah citra *landsat 8* dimana *band 1-7* memiliki resolusi luas 15

m, citra *landsat* termasuk dalam citra yang memiliki kategori resolusi sedang. Semakin tinggi resolusinya maka akan membuat area yang lebih sempit dengan informasi yang lebih detail.



Gambar 2. Peta Seluruh Kebun PT Wanapotensi Guna
Figure 2. Map of the entire plantation of PT Wanapotensi Guna

PT Wanapotensi Guna terletak di Kecamatan Sanga Desa, Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan (Gambar 2). Tanaman kelapa sawit di kebun PT

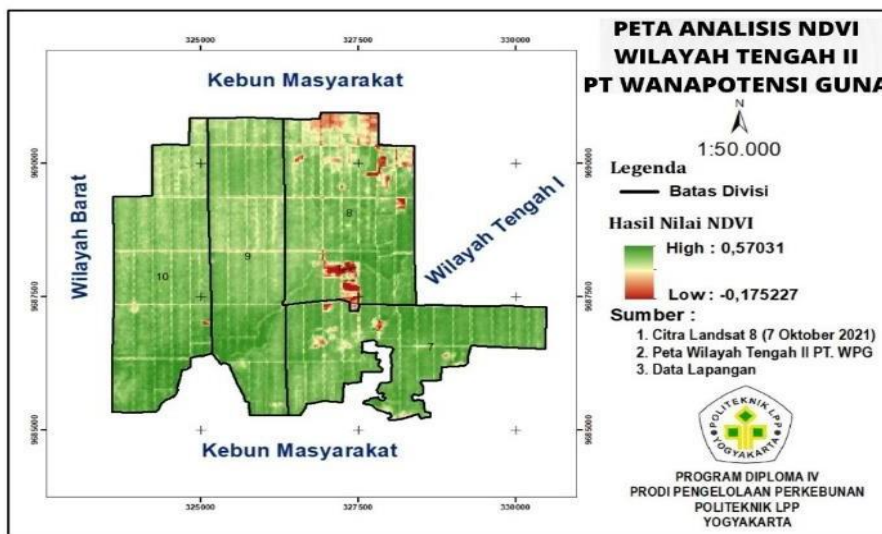
Wanapotensi Guna dibagi menjadi 4 wilayah yaitu wilayah timur, wilayah tengah I, wilayah tengah II dan wilayah barat.



Gambar 3. Peta Wilayah Tengah II dan Titik Sampel
Figure 3. Map of Central Region II and Sample Points

Penelitian dilakukan di wilayah tengah II seperti pada Gambar 3, terdapat 4 divisi yaitu divisi 7 yang di beri warna biru, divisi 8 yang diberi warna kuning, divisi 9 yang di beri warna ungu dan divisi 10 yang diberi warna abu-abu. Masing-masing divisi diambil 8 sampel blok karena

menyesuaikan dengan data *LSU* PT Wanapotensi Guna, kemudian setiap blok diambil lima titik sampel yang diberi warna titik hitam dapat di lihat pada Gambar 3, dari ke lima titik sampel tersebut akan diambil nilai rata – rata sebagai nilai *NDVI* yang mewakili blok tersebut.



Gambar 4. Analisis *NDVI* di Wilayah Tengah II
Figure 4. *NDVI* Analysis in Central Region II

Analisis *NDVI* dihubungkan dengan kesehatan tanaman (Gambar 5) permukaan yang memiliki nilai *NDVI* -0,175227 – 0,11 menunjukkan area non vegetasi diberi warna merah dikarenakan areal tersebut adalah areal pabrik/bangunan atau lahan yang tertutup awan. Nilai *NDVI* 0,11– 0,22

menunjukkan tanaman tidak sehat dan di beri warna kuning. Nilai *NDVI* 0,22 – 0,42 menunjukkan tanaman normal diberi warna hijau muda. Nilai *NDVI* 0,42 – 0,57031 menunjukkan tanaman sehat diberi warna hijau tua.

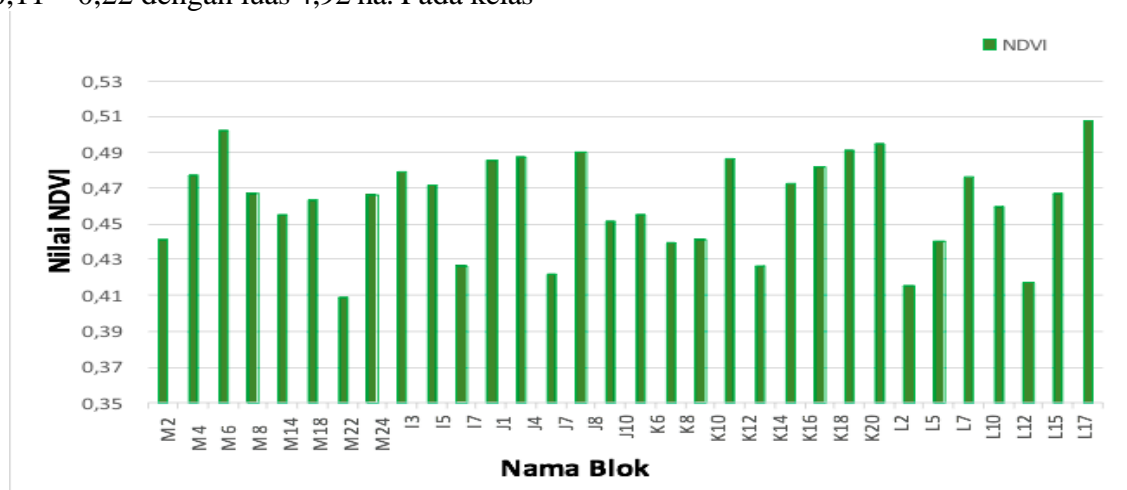
Tabel 2. Nilai *NDVI* Berdasarkan Kesehatan Tanaman Kelapa Sawit Wilayah Tengah II
 Table 2. *NDVI Value Based on the Health of Oil Palm in Central Region II*

Kelas	Nilai <i>NDVI</i>	Luas (Ha)	Persentase
Non Vegetasi	-0,175227 - 0,11	2,54	0,1 %
Tanaman Tidak Sehat	0,11 - 0,22	4,92	0,2 %
Tanaman Normal	0,22 - 0,42	1278,72	50,12 %
Tanaman Sehat	0,42 - 0,57031	1264,95	49,58 %
Total		2551,13187	100 %

Tabel 2 menunjukkan analisis dan klasifikasi kesehatan tanaman kelapa sawit di wilayah tengah II. Pada kelas non vegetasi memiliki nilai *NDVI* antara - 0,175227 – 0,11 dengan luas 2,54 ha pada area non vegetasi tersebut terdapat areal pabrik kelapa sawit. Pada kelas tanaman tidak sehat menunjukkan nilai *NDVI* antara 0,11 – 0,22 dengan luas 4,92 ha. Pada kelas

tanaman normal menunjukkan nilai *NDVI* antara 0,22 – 0,42 dengan luas 1278,72 ha dan kelas tanaman sehat menunjukkan nilai *NDVI* antara 0,42 – 0,57031 dengan luas 1264,95 ha.

Nilai *NDVI* yang akan dibandingkan dengan Nilai *LSU-N* setiap blok yang diamati ditunjukkan oleh Gambar 6.

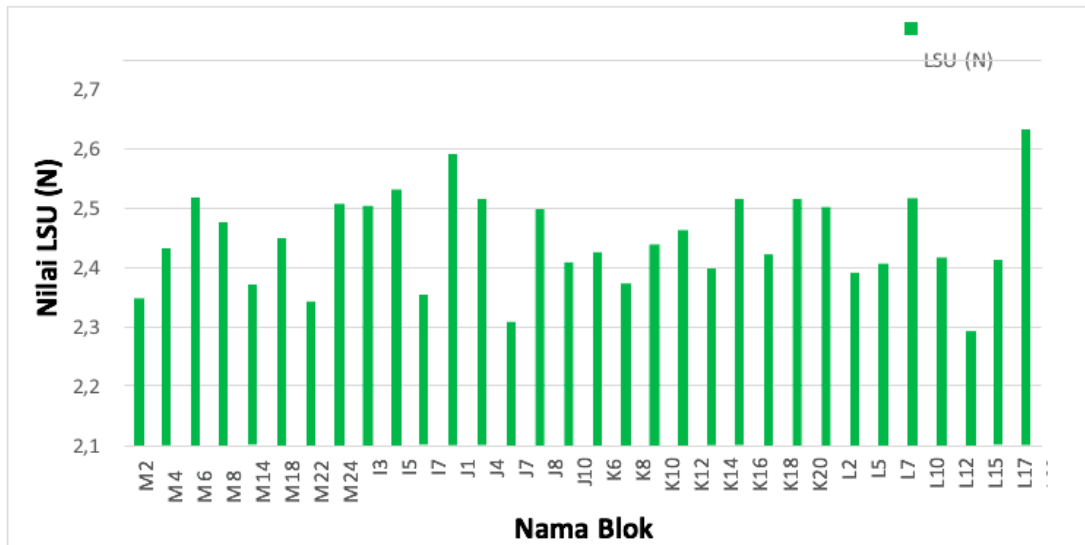


Gambar 6. Grafik Nilai *NDVI*
 Figure 6. *NDVI Value Chart*

Nilai *NDVI* yang diperoleh dari 5 sampel untuk masing-masing blok menunjukkan rentang *NDVI* 0,4091 hingga 0,5080. Berdasarkan data berikut terdapat 6 blok yang tergolong dalam tanaman normal yaitu blok M22, L5, L15, J7, K14

dan I7. Terdapat 27 blok yang tergolong ke dalam tanaman sehat yaitu blok I3, I5, J1, J4, J8, J10, K6, K8, K10, K12, K16, K18, K20, L2, L7, L10, L12, L17, L22, M2, M4, M6, M8, M14, M18 dan M24. Rata-rata nilai

blok tanaman yang diamati tidak terdapat tanaman yang tidak sehat.



Gambar 7. Grafik Nilai LSU Nitrogen
Figure 7. LSU Nitrogen Value Chart

Gambar 7 merupakan hasil analisis LSU-N yang dilakukan oleh PT Wanapotensi Guna pada bulan November

2021, dan Tabel 3 merupakan rujukan untuk menentukan status unsur N pada blok yang diamati.

Tabel 3. Batas Kritis Nutrisi Makro Daun Kelapa Sawit
Table 3. Macronutrient Critical Limits of Oil Palm Leaves

Batas Kritis Konsentrasi Nutrisi (Makro) pada Daun Kelapa Sawit					
Umur Tanaman	Batas	Persentase (%)			
		N	P	K	Mg
Tanaman Muda (dibawah 6 Thn)	Kekurangan	< 2.50	< 0.15	< 1.00	< 0.20
	Optimal	2.0-2.90	0.1-0.19	1.10-1.30	0.30-0.45
	Kelebihan	> 3.20	> 0.25	> 1.80	> 0.70
Tanaman Tua (diatas 6 Thn)	Kekurangan	< 2.30	< 0.14	< 1.80	< 0.20
	Optimal	2.40-2.80	0.15-0.18	0.90-1.20	0.25-0.40
	Kelebihan	> 3.00	> 0.60	> 1.60	> 0.70

Sumber: (Fairhurst & Mutert, 1999)

Tanaman kelapa sawit yang berada di wilayah tengah II sudah berumur diatas 6, bila dilihat hasil analisa nilai LSU-N dibandingkan dengan batas kritis nutrisi N (Tabel 3) menunjukkan 1 blok mengalami defisiensi unsur N yaitu blok L12 sebesar 2,295, dan terdapat 8 blok yang dibawah optimal unsur N antara 2,30 - 2,40 yaitu blok M2, M14, M22, I7, J7, L5, K8 dan K14. Terdapat 23 blok yang optimal unsur N antara 2,40 – 2,80 yaitu blok I3, I5, J4, J8,

J10, K6, K10, K12, K16, K18, K20, L2, L7, L22, L10, L12, L17, L22, M4, M6, M8, M18 dan M24, dan tidak terdapat tanaman yang kelebihan N.

Uji akurasi pada penelitian ini menggunakan korelasi linier, dimana menurut (Mundir, 2012) uji korelasi merupakan salah satu jenis statistik inferensial yang lazim digunakan untuk menguji keberadaan hubungan atau pengaruh antara variabel dengan variabel

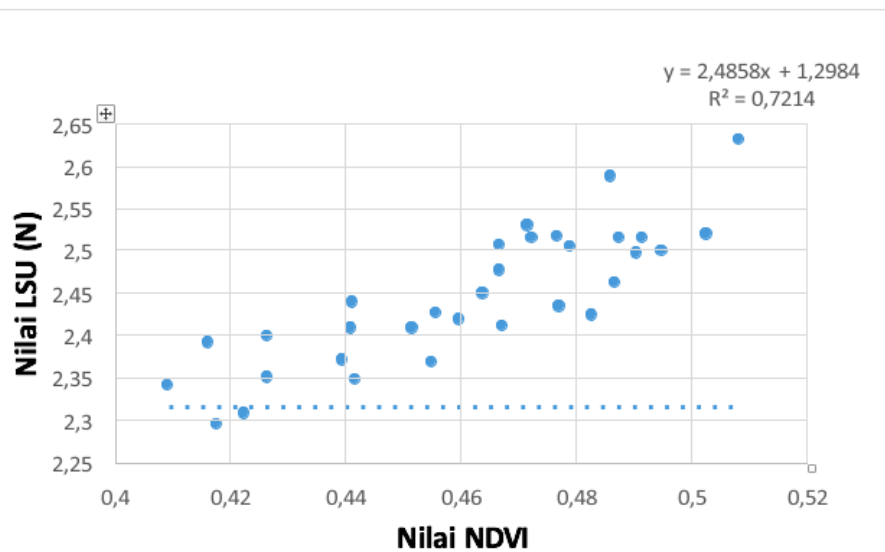
yang lain atau antar sejumlah variabel. Korelasi positif terjadi apabila kedua variabel (atau lebih) yang berhubungan itu menunjukkan adanya perubahan yang searah (pararel). Korelasi negatif terjadi apabila kedua variabel (atau lebih) yang berhubungan itu menunjukkan adanya perubahan yang berlawanan arah.

Korelasi adalah metode statistik yang digunakan untuk menentukan kuatnya atau derajat hubungan linier antara dua variabel atau lebih. Koefisien korelasi sederhana menunjukkan seberapa besar hubungan yang terjadi antara dua variabel.

Klasifikasi koefisien korelasi ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Interpretasi Koefisien Korelasi
Table 5. Interpretation of the Correlation Coefficient

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0 - 0,199	Sangat Rendah
0,2 - 0,3	Rendah
0,4 - 0,59	Cukup Kuat
0,6 - 0,79	Kuat
0,8 - 1	Sangat Kuat



Gambar 8. Grafik Korelasi Linier Nilai NDVI dengan Nilai LSU-N
Figure 8. Linear Correlation of NDVI with LSU-N Values Chart

Nilai korelasi yang kuat dilihat dari Gambar 8 ditunjukkan dari nilai 0,7214, dimana terdapat hubungan yang kuat antara nilai LSU-N dengan nilai NDVI. Nilai korelasi yang kuat menunjukkan bahwa penilaian kesehatan tanaman menggunakan metode NDVI maupun metode analisis daun kandungan N (LSU-N) hasilnya sejalan. Dipilihnya LSU-N disebabkan kandungan klorofil total dan nilai NDVI memiliki hubungan yang positif, sementara Nitrogen (N) yang berperan dalam pembentukan klorofil. Hasil penelitian (Istanti & Triasih, 2021) menunjukkan bahwa kandungan klorofil yang tinggi menyebabkan hasil gabah padi

hitam paling tinggi, hal ini diduga terjadi peningkatan laju fotosintesis akibat meningkatnya kandungan klorofil sehingga pembentukan dan transfer fotosintat lebih optimal. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa klorofil yang ditunjukkan dari warna hijau pada daun dapat dijadikan indikator tanaman pada kondisi sehat karena dapat melakukan proses fotosintesis secara optimal.

KESIMPULAN

Hasil pemetaan kondisi kesehatan kebun kelapa sawit PT Wanapotensi Guna wilayah tengah II berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index

(NDVI) menggunakan Citra Landsat 8, mempunyai rentang nilai 0,175227 – 0,57031. Nilai NDVI tersebut menunjukkan kondisi kesehatan tanaman. 0,1 % non vegetasi, 0,2 % tanaman tidak sehat tidak dalam blok tanaman sawit yang diamati, 50,12 % tanaman normal dan 49,58 % tanaman sehat. Korelasi nilai NDVI dengan nilai LSU-N 0.7214 atau korelasi yang kuat, sehingga metode ini dapat digunakan untuk menilai kesehatan tanaman kelapa sawit berdasarkan efektivitas, efisiensi waktu dan biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliana, D. R. Y. P. A. S. (2015). Analisis Perbandingan Nilai NDVI LANDSAT 7 Dan LANDSAT 8 Pada Kelas Tutupan Lahan (Studi Kasus : Kota Semarang, Jawa tengah). *Jurnal Geodesi Undip Januari 2015 Jurnal Geodesi Undip Januari 2015*, 4(1), 42.
- Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan P. (2022). Statistik KelapaSawit Indonesia 2021. In dan P. Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura (Ed.), *Badan Pusat Statistik*. Badan Pusat Statistik.
- Fairhurst, T. H., & Mutert, E. (1999). Interpretation and Management of Oil Palm Leaf Analysis Data. *Better Crops International*, 13(1), 48–51.
- Indarti. (2014). Outlook Komoditi Kelapa Sawit. In C. & Nuryati (Ed.), *Buku. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekjen-Kementan*.
- Istanti, A., & Triasih, D. (2021). Respon Pertumbuhan dan Hasil Padi Hitam (*Oryza sativa* L) Lokal Banyuwangi terhadap Aplikasi Beberapa Jenis Pupuk Kandang. *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*,

5(1), 25–33.

- Mundir. (2012). Statistik Pendidikan. In Muhibbin (Ed.), *Pengantar Analisis Data Untuk Penulisan Skripsi & Tesis* (September). STAIN Jember Press.
- Rahaldi, P., Handayani, H. H., & Wibowo, A. (2013). Analisa Kesehatan Tanaman Padi Berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Menggunakan Citra Aster (Studi Kasus : Kabupaten Indramayu - Jawa Barat). *Geoid*, 8(2), 107.
- Simarmata, N., Elyza, F., & Vatiady, R. (2019). Analisis Spektral Citra Spot 7 Untuk Identifikasi Kawasan Mangrove Di Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan. *Seminar Nasional Geomatika*, 3, 1213.
- Sudjianto, F. (2015). Analisa Tingkat Kesuburan Kelapa Sawit Berdasarkan Citra Landsat 8 Menggunakan Metode Klasifikasi Terselia (Studi Kasus: Kecamatan Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Sel. *Tugas Akhir*, 80.
- Wiraatmaja, I. W. (2017). Defisiensi dan Toksisitas Hara Mineral serta Responnya terhadap Hasil. In *Bahan Ajar*. Fakultas Pertanian UNUD.
- Yurianda, R. B., Setyawan, D., Studi, P., Tanah, I., Pertanian, F., & Sriwijaya, U. (2022). Metode Klasifikasi Normalized Difference Vegetation Index Berbasis Citra Landsat 8I untuk Identifikasi Sebaran Kondisi Kesehatan Tanaman Kelapa Sawit di PT. Andira Agro, Sumatera Selatan. *Pedontropika*, 8(2), 1–5.



Pengaruh Biopestisida Fobio dan Agens Hayati *Trichoderma* sp. terhadap Penyakit Layu Fusarium pada Bawang Merah

Effect of Application Fobio Biopesticide and Biological Agents Trichoderma sp. on Fusarium Wilt Disease in Shallots

Author(s): Farisa⁽¹⁾; Dita Megasari⁽¹⁾; Sri Wiyatiningsih^{(1)*}

⁽¹⁾ Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

* Corresponding author: sri.wiyatiningsih@upnjatim.ac.id

Submitted: 23 Jan 2023

Accepted: 6 Mar 2023

Published: 31 Mar 2023

ABSTRAK

Pengendalian penyakit tanaman bawang merah hingga saat ini masih mengandalkan fungisida kimia yang dapat mencemari lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengendalian secara hayati dan ramah lingkungan. Alternatif yang dapat diterapkan adalah menggunakan Biopestisida Fobio dan agens hayati *Trichoderma* sp. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respon aplikasi Biopestisida Fobio dan agens hayati *Trichoderma* sp. terhadap penyakit layu fusarium pada bawang merah. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus–Oktober 2022 di Kecamatan Kedopok, Kota Probolinggo. Penelitian menggunakan Rancangan Petak Terbagi dengan dua faktor, yaitu konsentrasi Biopestisida Fobio terdiri dari 3 taraf yaitu petak utama adalah F0 (kontrol atau perlakuan pestisida kimia), F1 (Fobio 5 ml/liter), F2 (Fobio 7,5 ml/liter) dan anak petak yaitu konsentrasi *Trichoderma* sp. terdiri dari 3 taraf yaitu T0 (kontrol atau perlakuan pestisida kimia), T1 (*Trichoderma* sp. 10 ml/liter), T2 (*Trichoderma* sp. 20 ml/liter) sehingga terdapat 9 kombinasi perlakuan. Parameter pengamatan meliputi periode inkubasi, kejadian penyakit, berat basah umbi, dan berat kering umbi. Hasil penelitian dari semua kombinasi perlakuan tidak berbeda nyata. Hasil perlakuan aplikasi Biopestisida Fobio menunjukkan bahwa tanaman bawang merah berbeda nyata terhadap periode inkubasi. Pengaplikasian Biopestisida Fobio dan agens hayati *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan ketahanan tanaman dengan munculnya gejala paling lama 20 HST. Biopestisida Fobio mampu menekan laju perkembangan layu fusarium, sedangkan Agens hayati *Trichoderma* sp. selain digunakan sebagai pengendali hayati juga dapat meningkatkan hasil produksi.

Kata Kunci:

Bawang Merah;
Biopestisida
Fobio;
Layu Fusarium;
Trichoderma sp.

ABSTRACT

Keywords:

Shallot;
Fobio
Biopesticide;
Fusarium Wilt;
Trichoderma sp.

The control of shallot plant diseases still relies on chemical fungicides which can pollute the environment, so it's necessary to carry out biological and environmentally friendly controls using Fobio Biopesticide and biological agent Trichoderma sp. The purpose of this study was to determine the response of the application of Fobio Biopesticide and biological agent Trichoderma sp. against fusarium wilt in shallots. The research was conducted in August-October 2022 in Kedopok District, Probolinggo City. The study used a split-plot design with two factors, each as the main plot and the subplot. The main plot was the concentration of Fobio Biopesticide which consisted of 3 levels, namely F0 (control or chemical pesticide treatment), F1 (Fobio 5 ml/liter), and F2 (Fobio 7.5 ml/liter). The subplot was the concentration of Trichoderma sp. consisted of 3 levels, namely T0 (control or chemical pesticide treatment), T1 (Trichoderma sp. 10ml/liter), and T2 (Trichoderma sp. 20 ml/liter), so there were 9 treatment combinations. Parameters observed included incubation period, disease incidence, dry weight of tubers, and fresh weight of tubers. The results of all treatment combinations were not significantly different. The results of the application of Fobio Biopesticides showed that shallot plants were significantly different in the incubation period parameter. Trichoderma sp. increased plant resistance with the appearance of symptoms for a maximum of 20 HST. Biopesticide Fobio was unable to suppress the growth rate of the fusarium. On the other hand, not only Trichoderma sp. can be used as a biopesticide agent, but it also could increase yield.



PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran unggulan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Kendala utama pada peningkatan produktivitas bawang merah adalah gangguan hama dan penyakit. Penyakit penting pada bawang merah yang saat ini menimbulkan banyak kerugian di beberapa sentra produksi bawang merah adalah penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*. Tingkat serangan penyakit layu fusarium ini cukup tinggi pada musim hujan. Gejala layu fusarium yang ditimbulkan oleh patogen yaitu daun menguning dan cenderung terpelintir. Kehilangan hasil akibat serangan penyakit layu fusarium dalam penelitian Prakoso *et al.*, (2016) mencapai lebih dari 50%. Patogen ini menghasilkan spora sebagai alat perkembangbiakannya dan menyerang bagian akar tanaman sehingga menyebabkan gangguan pengangkutan air dan unsur hara yang mengakibatkan kelayuan pada tanaman yang terinfeksi.

Pengendalian penyakit layu fusarium pada tanaman bawang merah hingga saat ini masih mengandalkan penggunaan fungisida kimia yang dapat mencemari lingkungan. Pengendalian secara hayati dan ramah lingkungan dapat dilakukan dengan penggunaan Biopestisida (Fobio) dan agens hayati *Trichoderma* sp. Biopestisida Fobio dalam studi perkembangan multiantagonis dengan agens hayati *Trichoderma* sp. dijadikan sebagai agens pengendali patogen secara hayati.

Penggunaan Biopestisida Fobio berfungsi sebagai mikroorganisme yang bertujuan untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen (Fitriana *et al.*, 2020). Komposisi Biopestisida Fobio yang digunakan dalam penelitian ini mengandung diantaranya khamir, bakteri pelarut *phosphat*, *Lactobacillus* sp., *Rhizobium* sp., bakteri amilolitik, bakteri proteolitik, bakteri

fotosintetik, bakteri amonifikasi, dan bakteri nitrifikasi (Rahayu *et al.*, 2021).

Menurut Purwantisari (2009) *Trichoderma* sp. juga dapat mengkoloni rhizosfer dengan cepat dan melindungi akar dari serangan patogen. Penelitian telah dibuktikan oleh Yasintasari *et al.*, (2021) yang menjelaskan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. berpengaruh sangat nyata terhadap intensitas serangan penyakit layu fusarium serta mampu mengurai unsur N, P serta unsur hara yang bersenyawa dengan Al, Fe, dan Mn serta menghasilkan auksin yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon aplikasi Biopestisida (Fobio) dan agens hayati *Trichoderma* sp. terhadap penyakit layu fusarium pada bawang merah.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak kentang gula (EKG), benih bawang merah varietas Biru Lanchor, isolat jamur *Trichoderma* sp., Biopestisida (Fobio), dan fungisida kimia (Mankozebe). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Oktober 2022 di lahan Kelurahan Jrebeg Kulon, Kecamatan Kedopok, Kota Probolinggo, dengan menggunakan Rancangan Split Plot dengan dua faktor. Konsentrasi Biopestisida (Fobio) terdiri dari 3 taraf di petak utama yaitu F0 (kontrol atau perlakuan pestisida kimia), F1 (Fobio 5 ml/liter), F2 (Fobio 7,5 ml/liter) dan konsentrasi *Trichoderma* sp. terdiri dari 3 taraf di anak petak yaitu T0 (kontrol atau perlakuan pestisida kimia), T1 (*Trichoderma* sp. 10 ml/liter), T2 (*Trichoderma* sp. 20 ml/liter). Perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 9 kombinasi perlakuan dengan jumlah 27 petak percobaan dan setiap perlakuan terdiri dari 100 tanaman, dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm.

Pelaksanaan penelitian ini meliputi pembuatan Agens Hayati *Trichoderma* sp. dengan bahan dasar EKG (ekstrak kentang gula), persiapan media tanam dengan

sterilisasi lahan menggunakan Biopestisida (Fobio), persiapan benih bawang merah yang direndam dengan Biopestisida (Fobio), penanaman, dan pemeliharaan. Pengaplikasian agens hayati *Trichoderma* sp. dan Biopestisida Fobio dilakukan dengan cara disemprotkan pada tanaman bawang merah sesuai dengan konsentrasi perlakuan yang telah ditentukan dengan interval waktu 2-3 hari

Parameter pengamatan meliputi periode inkubasi, kejadian penyakit, berat basah bawang merah, dan berat kering bawang merah. Pengamatan dilakukan setiap hari, mulai dari penanaman hingga tanaman tampak bergejala penyakit. Kejadian penyakit layu fusarium diamati sejak tanaman berumur 7 HST. Kejadian penyakit dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan:

KP = kejadian penyakit (%)

N = total tanaman yang diamati

N = jumlah tanaman yang terserang patogen

Data hasil pengamatan pada setiap perlakuan dianalisa dengan menggunakan software SPSS. Data hasil diuji lanjut dengan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Periode Inkubasi

Periode inkubasi merupakan awal munculnya gejala penyakit layu fusarium pada tanaman bawang merah. Periode inkubasi diamati dengan cara mengamati periode munculnya gejala penyakit pertama kali. Pengamatan dilakukan setiap hari, mulai dari penanaman hingga tanaman menunjukkan gejala penyakit layu fusarium. Hasil perlakuan menunjukkan bahwa periode inkubasi pada petak utama bawang merah berbeda nyata terhadap periode inkubasi pada hari munculnya gejala terlama yaitu 20 HST (Tabel 1). Biopestisida Fobio diduga dapat meningkatkan ketahanan tanaman bawang merah terhadap layu fusarium. Semakin lama periode inkubasi maka akan semakin lama tanaman mengalami kerusakan dan diharapkan tanaman bawang merah masih dapat membentuk umbi baru. Menurut Kaeni *et al.*, (2014) dalam penelitiannya, munculnya gejala penyakit moler paling cepat pada umur 7 HST. Aenul (2021) juga menjelaskan bahwa pengaruh pada perlakuan masa inkubasi penyakit paling cepat 10,8 HST dan paling lambat pada umur 18 HST pada bawang merah.

Tabel 1. Rata-rata Periode Inkubasi Layu Fusarium pada Bawang Merah.

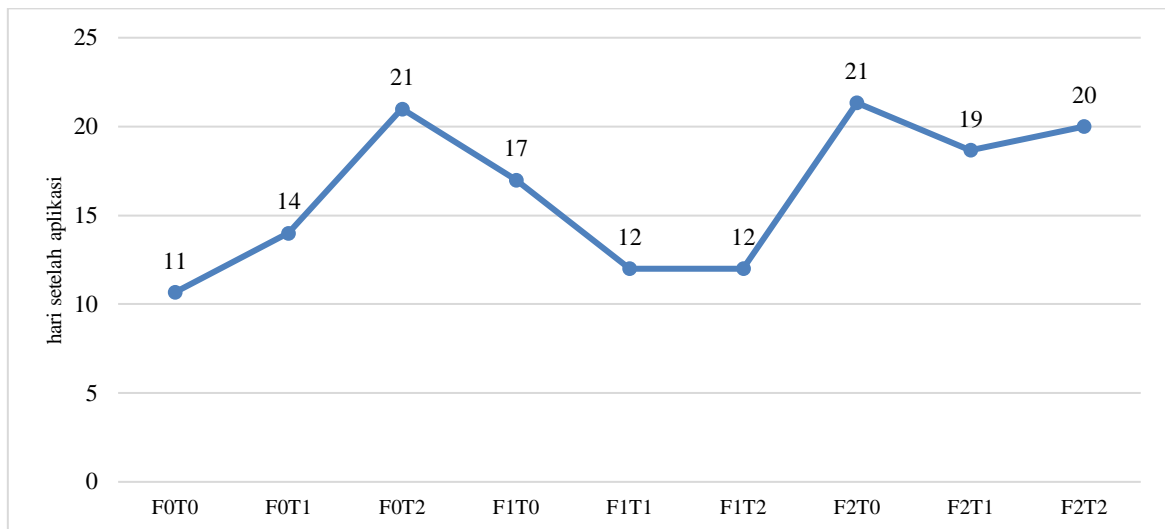
Table 1. Average Incubation Period of Fusarium Wilt on Shallots

Perlakuan <i>Treatment</i>	Periode Inkubasi (HST) <i>Incubation period days after planting</i>
Petak utama (Fobio) <i>Main plot (Fobio)</i>	
F0 (kontrol)	14,00 a
F1 (Fobio 5 ml/liter)	13,56 a
F2 (Fobio 7,5 ml/liter)	20,00 b
DMRT 5%	9,00
Anak petak (<i>Trichoderma</i> sp.) <i>sub plot (Trichoderma sp.)</i>	
T0 (kontrol)	15,56 a
T1 (10 ml/liter)	15,22 a
T2 (20 ml/liter)	16,78 a
DMRT 5%	tn

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama, pada perlakuan dan kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%. tn: tidak berbeda nyata.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam interaksi antara pemberian Biopestisida Fobio (F) dan agens hayati *Trichoderma* sp. (T) menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada perlakuan T2 (Gambar 1). Menurut Saputra (2020), jamur *Trichoderma* sp memiliki daya antagonis yang cukup

tinggi sehingga dapat menghambat serta mematikan patogen. Nilai terendah terdapat pada perlakuan kontrol hal ini diduga bahwa fungisida ini hanya berfungsi sebagai pengendali patogen layu fusarium saja namun tidak dapat meningkatkan ketahanan pada bawang merah.



Gambar 1. Rata-rata Interaksi Kombinasi Perlakuan Biopestisida Fobio dan Agens Hayati *Trichoderma* sp. pada Periode Inkubasi

Figure 1. Interaction Average of Biopesticide Fobio and *Trichoderma* sp Treatment Combinations in the Incubation Period

Kejadian Penyakit

Hasil rata-rata pada analisis sidik ragam kejadian penyakit terendah terdapat pada perlakuan petak utama F2 pada umur 28 dan 42 HST (Tabel 2). Biopestisida Fobio mampu menekan laju perkembangan layu fusarium dengan adanya kandungan asam laktat *Lactobacillus* sp. yang berfungsi sebagai antagonis patogen (Hasyidan *et al.*, 2021). Senyawa ketahanan tanaman dapat diproduksi dengan menggunakan organisme lain yang berasal dari biopestisida yang menghasilkan senyawa resisten terhadap patogen. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam semakin hari rata-rata kejadian penyakit semakin meningkat, hal ini diduga faktor lingkungan yang kurang optimal pada kondisi lahan di Kabupaten Probolinggo selama masa tanam suhu yang relatif tinggi dan kelembaban udara dan

tanah yang rendah mendukung perkembangan kejadian penyakit. Supriyadi *et al.*, (2013) menjelaskan bahwa semakin tinggi suhu tanah akan mengakibatkan perakaran mudah terluka sehingga mempercepat patogen tanaman lebih mudah melakukan proses penetrasi dalam jaringan akar. Kondisi tanah yang kering yang diakibatkan oleh suhu dan kelembaban tanah yang rendah mengakibatkan serangan patogen menginfeksi dengan cepat. Menurut Kaeni *et al.*, (2014) layu fusarium biasanya terjadi waktu pertengahan musim panas ketika temperatur tanah dan udara tinggi. Menurut Sidauruk *et al.*, (2020) semakin tinggi konsentrasi pada ekstrak pestisida maka akan semakin pekat sehingga lebih berpengaruh terhadap pengendalian patogen.

Tabel 2. Rata-rata Kejadian Penyakit Layu Fusarium pada Bawang Merah (%)
 Table 2. The Average Incidence of Fusarium Wilt Disease on Shallots (%)

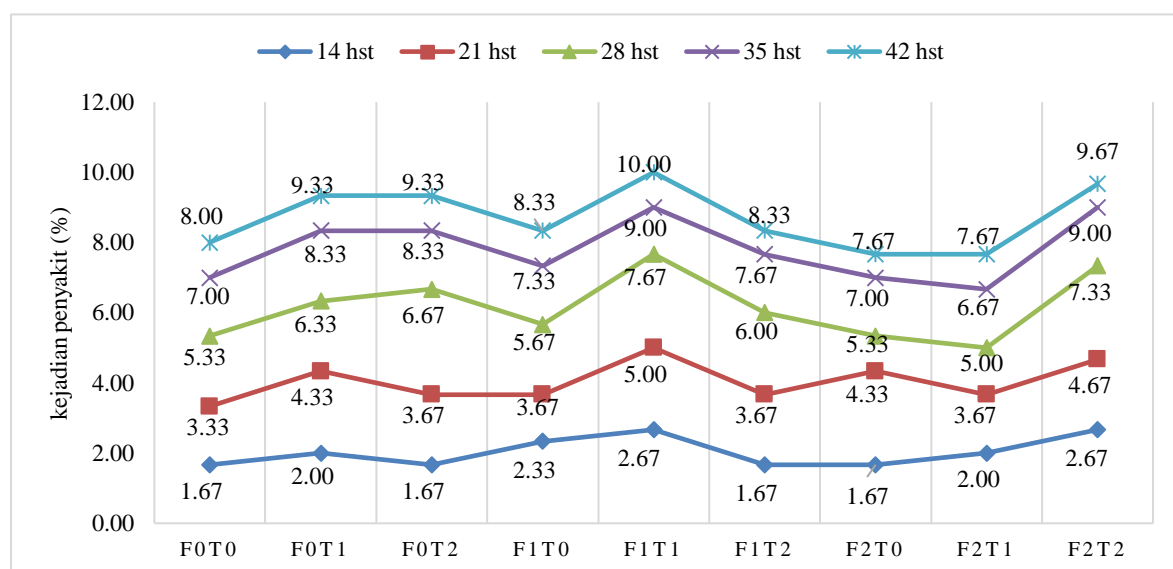
Perlakuan Treatment	Kejadian Penyakit (Disease incidence)				
	14 HST 14 days after planting	21 HST 21 days after planting	28 HST 28 days after planting	35 HST 35 days after planting	42 HST 42 days after planting
Petak utama (Fobio) Main plot (Fobio)					
F0 (kontrol)	1,78 a	3,78 a	6,11 a	7,89 a	8,89 a
F1 (5 ml/liter)	2,22 a	4,11 a	6,44 a	8,00 a	8,89 a
F2 (7,5 ml/liter)	2,11 a	4,22 a	5,89 b	7,56 a	8,33 a
Anak petak (<i>Trichoderma</i> sp.) Subplot (<i>Trichoderma</i> sp.)					
T0 (kontrol)	1,89 a	3,78 a	5,44 a	7,11 a	8,00 a
T1 (10 ml/liter)	2,22 a	4,22 a	6,33 a	8,00 a	9,00 a
T2 (20 ml/liter)	2,00 a	4,00 a	6,67 a	8,33 a	9,11 a

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama, pada perlakuan dan kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%. tn: tidak berbeda nyata.

Remarks: numbers followed by the same letter, in the same treatment and column, were not significantly different based on the 5% DMRT test. tn: not significantly different

Kejadian penyakit merupakan interaksi virulensi patogen dengan kerentanan suatu tanaman inang. Pengamatan kejadian penyakit ini dilakukan secara langsung pada setiap petak perlakuan sejak munculnya gejala layu fusarium sampai panen. Hasil rata-rata

interaksi kombinasi perlakuan tertinggi terdapat pada perlakuan F1T1, hal ini diduga bahwa Biopestisida Fobio dan agens hayati *Trichoderma* sp. tidak dapat berkorelasi terhadap layu fusarium (Gambar 2).



Gambar 2. Rata-rata Interaksi Kombinasi Perlakuan Biopestisida Fobio dan Agens Hayati *Trichoderma* sp. pada Kejadian Penyakit.

Figure 2. Average Interactions between Fobio and *Trichoderma* sp. Biopesticide Treatment Combinations on Disease Incidence.

Berat Basah Tanaman Bawang Merah

Pemanenan bawang merah pada penelitian ini dilaksanakan pada umur 55 HST. Pemanenan ini dilakukan lebih awal dari pada waktu panen bawang merah pada umumnya dikarenakan tingginya curah hujan sehingga kondisi lahan memiliki tingkat kelembaban yang tinggi dan menyebabkan adanya ledakan hama ulat grayak (*Spodoptera exigua*). Parameter berat basah umbi bawang merah dilakukan dengan cara menimbang hasil panen per rumpun dengan menggunakan timbangan digital. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan hasil tidak berbeda nyata (Tabel 3). Perolehan berat basah paling tinggi diperoleh pada perlakuan F2T0 yaitu 2,128 kg, sedangkan perolehan berat basah

paling rendah terdapat pada perlakuan F1T1 yaitu 1,178 kg. Fobio selain disebut sebagai biopestisida juga disebut sebagai PGPR yang berperan dalam menyediakan dan memobilisasi penyerapan unsur hara dalam tanah, mengubah fitohormon pemacu tumbuh, hal ini diduga karena pada perlakuan ini memiliki periode inkubasi paling cepat dibandingkan perlakuan lainnya sehingga mempengaruhi proses vegetatif tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Deden & Umiyati, (2017) bahwa bobot umbi dipengaruhi oleh jumlah karbohidrat yang disimpan dalam umbi selama masa pertumbuhan vegetatif, sehingga proses fotosintesis terganggu oleh serangan fusarium sp. pada daun.

Tabel 3. Rata-rata Berat Basah Tanaman Bawang Merah Pengaruh Aplikasi Biopestisida Fobio dan Agens Hayati *Trichoderma* sp. (kg)

Table 3. The Average Gross Weight of Shallot Plants Effect of Fobio Biopesticide Application and Biological Agents *Trichoderma* sp.

Fobio	Berat Basah (kg) Gross Weight (kg)		
	<i>Trichoderma</i> sp.		
	T0 (kontrol)	T1 (10 ml/liter)	T2 (20 ml/liter)
F0 (kontrol)	1,553	1,764	1,733
F1 (5 ml/liter)	1,223	1,178	1,793
F2 (7,5 ml/liter)	2,128	1,604	1,660

Berat Kering Tanaman Bawang Merah

Berat kering didapatkan dari hasil setelah dilakukan penjemuran selama 7 hari. Menurut Deden & Wachdijono (2018) pengaruh berat kering diakibatkan oleh faktor lingkungan yaitu lengas dan suhu, hal tersebut menjadikan salah satu faktor penting dalam proses metabolisme tanaman. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perolehan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan F0T2 (Tabel 4). Menurut Nubuwah *et al.*, (2015) pada analisis keragaman telah dilakukan pada percobaannya, dapat diketahui bahwa

bioaktivator *Trichoderma* sp. memberikan hasil yang signifikan terhadap bobot umbi segar dan umbi kering simpan. Hasil analisis sidik ragam yang cenderung tinggi terdapat pada perlakuan F0T2. Hal ini menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. selain digunakan sebagai pengendali hayati juga dapat meningkatkan hasil produksi. Perlakuan F2T1 mendapatkan hasil cenderung rendah. Hasil tersebut dimungkinkan bahwa terjadi pembusukan umbi bawang merah pada saat proses penjemuran.

Tabel 4. Rata-rata Berat Kering Tanaman Bawang Merah Pengaruh Aplikasi Biopestisida Fobio dan Agens Hayati *Trichoderma* sp. (kg)



Table 4. The Average Wet Weight of Shallot Plants Effect of Fobio Biopesticide Application and Biological Agents *Trichoderma* sp.

Fobio	Berat kering (kg) Dry weight (kg)		
	<i>Trichoderma</i> sp.		
	T0 (kontrol)	T1 (10 ml/liter)	T2 (20 ml/liter)
F0 (kontrol)	0,950	0,917	1,038
F1 (5 ml/liter)	0,808	0,833	0,902
F2 (7,5 ml/liter)	0,738	0,713	0,877


KESIMPULAN


Pengaplikasian Biopestida Fobio dan agens hayati *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan ketahanan tanaman bawang merah terhadap layu fusarium dengan munculnya gejala terlama yaitu 20 HST, dan kejadian penyakit terendah pada umur 28 dan 42 HST. Biopestisida Fobio mampu menekan laju perkembangan layu fusarium dengan adanya kandungan asam laktat *Lactobacillus* sp. yang berfungsi sebagai antagonis patogen sedangkan Agens hayati *Trichoderma* sp. selain digunakan sebagai pengendali hayati juga dapat meningkatkan hasil produksi.


DAFTAR PUSTAKA


- Deden, D., & Umiyati, U. (2017).  Pengaruh Inokulasi *Trichoderma* sp dan Varietas Bawang Merah Terhadap Penyakit Moler dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L). *Kultivasi*, 16(2), 340–348.
- Deden, D., & Wachdijono, W. (2018).  Pengaruh Penyimpanan Umbi Bibit Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Suhu Dingin Terhadap Kualitas Bibit, Pertumbuhan, dan Hasil pada Varietas Bima dan Ilokos. *Agrosintesa Jurnal Ilmu Budidaya Pertanian*, 1(2), 84.
- Fitriana, I. N., Suryaminarsih, P., Mindari, W., & Wiyatiningsih, S. (2020). Studi

Pertumbuhan Multiantagonis *Trichoderma* Sp. Dan *Streptomyces* Sp. Dalam Suspensi Akar, Humat Cair Dan Ekstrak Kentang Gula. *Berkala Ilmiah Agroteknologi - Plumula*, 7(1), 25–32.


- Hasyidan, G., Wiyatiningsih, S., &  Suryaminarsih, P. (2021). Aplikasi Biopestisida Fobio Dan *Streptomyces* Sp. Untuk Mengendalikan Penyakit Moler Pada Tanaman Bawang Merah. *Jurnal AGROHITA ...*, 6(2), 168–173.


- Kaeni, E., Toekidjo, & Subandiyah, S.  (2014). Efektivitas suhu dan lama perendaman bibit empat kultivar bawang merah (*Allium cepa* L. Kelompok *Aggregatum*) pada pertumbuhan dan daya tanggapnya terhadap penyakit moler. *Vegetalika*, 3(1), 53–65.


- Latifah, A., Kustantinah, & Soesanto, L.  (2011). Pemanfaatan Beberapa Isolat *Trichoderma harzianum* Sebagai Agensia Pengendali Hayati Penyakit Layu Fusarium Pada Bawang Merah In Planta. *EUGENIA*, 17(2), 86–95.


- Nubuwwah, N., Sudantha, I. M., & Fauzi, M. T. (2015).  Uji Dosis Bioaktivator *Trichoderma* spp . Formulasi Tablet untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L .).

Jurnal Crop Agro, 1–12.


 Prakoso, E. B., Wiyatingsih, S., & Nirwanto, H. (2016). Uji Ketahanan Berbagai Kultivar Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) Terhadap Infeksi Penyakit Moler (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*). *Plumula*, 5(1), 10–20.


 Purwantisari, S. (2009). Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat. *Bioma*, 11(1), 8–9.


 Rahayu, D. R., Wiyatiningsih, S., & Suryaminarsih, P. (2021). Pengaruh Perendaman Bibit Bawang Merah Dengan Formulasi Biopestisida Untuk Mengendalikan Penyakit Moler (*Fusarium oxysporum*). *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 19(2), 121–129.

 Saputra, S. (2020). Uji Efektifitas Jamur *Trichoderma* spp. dalam Mencegah

Penyakit Layu Fusarium (Fusarium oxysporum) pada Tanaman Bawang Merah Dengan Kerapatan Konidia yang Berbeda [Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara].

 Sidauruk, L., Manalu, C. J., & Sinukaban, D. E. (2020). Efektifitas Pestisida Nabati Dengan Berbagai Konsentrasi Pada Pengendalian Serangan Hama Dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Rhizobia*, 2(1), 24–32.

 Supriyadi, A., Rochdjatun, I., & Djauhari, S. (2013). Kejadian Penyakit Pada Tanaman Bawang Merah Yang Dibudidayakan Secara Vertikultur Di Sidoarjo. *Jurnal HPT*, 1(3), 27–40.

 Yasintasari, A. Y., Hadi, P., & Mukti Prabowo, S. (2021). A The Effect Of Dose And Time Of Administration Of *Trichoderma* sp On *Fusarium Oxysporum* On Shallot (*Allium ascalonicum* L). *VIABEL: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 15(2), 33–39.



Evaluasi Penambahan Kalium pada AB-Mix terhadap Pertumbuhan Tiga Varietas Selada (*Lactuca sativa* L.) Hidroponik

*Evaluation of Potassium Addition to AB-Mix on the Growth of Three Varieties of Hydroponic Lettuce (*Lactuca sativa* L.)*

Author(s): Olandino Tome Francisco Dorosario de Sousa⁽¹⁾; Kacung Hariyono⁽¹⁾; Parawita Dewanti^{(1)*}

⁽¹⁾ Fakultas Pertanian, Universitas Jember

* Corresponding author: parawita.faperta@unej.ac.id

Submitted: 8 Jul 2022

Accepted: 21 Nov 2022

Published: 31 Mar 2023

ABSTRAK

Hidroponik merupakan salah satu metode pertanian modern yang saat ini sedang banyak diminati dan dikembangkan. Hidroponik menawarkan solusi untuk bertani pada lahan yang sempit dan terbatas. Umumnya, metode bertani hidroponik dilakukan pada tanaman sayur, hal ini didukung dengan permintaan sayur yang meningkat dikalangan masyarakat. Metode hidroponik memanfaatkan larutan nutrisi sebagai sumber hara, yaitu nutrisi AB-Mix yang merupakan nutrisi majemuk dengan kandungan hara makro dan mikro. Namun, kebutuhan setiap varietas tanaman berbeda. Pada penelitian ini, pengaruh dosis hara kalium (K) di evaluasi terhadap pertumbuhan dan beberapa chemical properties tanaman yang diuji dengan uji proksimat. Terdapat tiga varietas selada yang digunakan yaitu selada varietas hijau, selada varietas merah dan selada varietas butterhead. Selain itu, tiga dosis kalium berbeda diaplikasikan pada penelitian ini yaitu penambahan kalium dengan dosis 225, 250 dan 275 ppm. Beberapa parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi tinggi tanaman, banyak daun, lebar daun, lebar kanopi, kandungan klorofil, berat segar, berat kering, dan juga dilakukan analisis proksimat untuk mengetahui chemical properties tanaman. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, penambahan kalium berdampak pada masing-masing varietas selada. Hal tersebut dikarenakan setiap varietas memiliki karakteristik yang berbeda. Kalium secara signifikan mempengaruhi kandungan proksimat pada selada merah dibandingkan dengan selada kepala hijau dan selada butterhead. Namun secara keseluruhan, penambahan kalium mampu meningkatkan bobot segar, lebar daun, lebar tajuk, tinggi tanaman, dan jumlah daun untuk semua varietas selada yang diuji. Dari segi kandungan klorofil, penambahan 250 ppm kalium ke setiap varietas selada dapat meningkatkan kandungan klorofil tanaman.

Kata Kunci:

Kalium,
Hidroponik,
Selada,
AB-Mix.

ABSTRACT

Keywords:

Hydroponic,
Lettuce,
Potassium,
AB-Mix.

Hydroponics is one of the modern agricultural methods that are currently in great demand and developed. Hydroponics offers a solution for farming on narrow and limited land. Generally, hydroponic farming methods are carried out on vegetable crops, this is supported by the increasing demand for vegetables in the community. The hydroponic method utilizes nutrient solutions as a source of nutrients, namely AB-Mix nutrients which are compound nutrients with macro and micronutrients. However, the needs of each plant variety are different. In this study, the effect of the dose of potassium (K) was evaluated on growth and several chemical properties of plants were tested by proximate test. There are three varieties of lettuce used, namely green lettuce, red lettuce, and butterhead lettuce. In addition, three different doses of potassium were applied in this study, namely the addition of potassium at a dose of 225, 250 and 275 ppm. Several parameters observed in this study included plant height, leaf number, leaf width, canopy width, chlorophyll content, fresh weight, and dry weight, and a proximate analysis was also carried out to determine the chemical properties of the plant. The results of this study indicate that the addition of potassium has an impact on each lettuce variety. This is because each variety has different characteristics. Potassium significantly affected the proximate content of red lettuce compared to greenhead lettuce and butterhead lettuce. But overall, the addition of potassium was able to increase fresh weight, leaf width, crown width, plant height, and the number of leaves for all tested lettuce varieties. In terms of chlorophyll content, the addition of 250 ppm potassium to each variety of lettuce can increase the chlorophyll content of plants.



PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang mengalami peningkatan berdampak pada ketersediaan lahan pertanian dan permintaan pangan. Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan lahan pertanian semakin menyempit karena terjadinya konversi lahan dari lahan pertanian menjadi perumahan dan industri (Ismail, 2018). Di sisi lain, peningkatan jumlah penduduk menyebabkan permintaan pangan semakin meningkat termasuk pada komoditi pertanian sayur (Wirawan & Nubatonis, 2019). Selain itu, *trend* gaya hidup sehat dengan mengkonsumsi sayuran juga merupakan faktor meningkatkan permintaan sayur. Upaya yang dapat dilakukan untuk memenuhi permintaan sayur yaitu dengan memaksimalkan fungsi lahan yang dapat dilakukan dengan bercocok tanam pada lahan yang sempit (Sari & Zahrosa, 2017). Kegiatan bercocok tanam pada lahan yang sempit umum disebut dengan *urban farming*. *Urban farming* merupakan suatu metode bercocok tanam dengan memaksimalkan fungsi lahan yang kosong misalnya di halaman rumah, *in-door farming*, dan *rooftop farming* (Junainah et al., 2016). Terdapat beberapa jenis *urban farming* yaitu hidroponik, aquaponik, aeroponik dan vertikultur. Di antara beberapa jenis *urban farming* tersebut, hidroponik banyak digemari oleh masyarakat.

Hidroponik merupakan teknik budidaya tanpa menggunakan tanah melainkan menggunakan media tanam alternatif seperti cocopeat, arang sekam, dan rockwool sebagai media tanam untuk tempat melekatnya akar (Kumari et al., 2018). Beberapa jenis teknik hidroponik yaitu NFT (*Nutrient Film Technique*), DFT (*Deep Flow Technique*) dan hidroponik sistem wick (Susilawati, 2019). Beberapa keuntungan budidaya hidroponik yaitu dapat dilakukan dilahan yang sempit, mampu menghasilkan tanaman dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan teknik konvensional, dan manajemen nutrisi dapat lebih dikontrol.

Sistem budidaya tanaman dengan metode hidroponik berfokus pada pemenuhan kebutuhan hara dan air yang optimal bagi tanaman, sesuai kebutuhan tanaman, sesuai fase pertumbuhan tanaman, sehingga tercapai hasil yang maksimum namun efisien (Hayati et al., 2021). Umumnya, sumber hara yang digunakan dalam budidaya hidroponik yaitu AB-mix. Hara AB-mix merupakan hara yang kompleks, di dalamnya sudah terkandung unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanaman (Hidayanti & Kartika, 2019). Untuk mengukur konsentrasi nutrisi pada hidroponik dapat menggunakan alat TDS meter. Budidaya dengan teknik hidroponik akan mendapatkan hasil yang lebih baik apabila dilakukan didalam greenhouse. Greenhouse merupakan bangunan yang di design sebagai tempat untuk budidaya komoditi pertanian dengan tujuan menciptakan kondisi tumbuh yang optimal bagi tanaman (Setiawan et al., 2021). Selain itu, keuntungan menggunakan greenhouse yaitu dapat meminimalisir kerusakan tanaman yang diakibatkan oleh serangan hama. Komoditi yang dibudidayakan di dalam greenhouse akan terisolasi dari faktor eksternal yang dapat merusak tanaman atau menghambat pertumbuhan serta perkembangannya (Tando, 2019).

Di antara beberapa sayuran yang dibudidayakan secara hidroponik, selada merupakan tanaman sayuran dengan nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang besar. Selada merupakan tanaman sayuran dan biasanya dapat dimakan mentah karena kandungan mineralnya yang tinggi (Novriani, 2014). Seiring dengan semakin memperhatikan pola hidup sehat, maka kebutuhan akan sayuran juga semakin meningkat, karena selada mengandung gizi yang tinggi meliputi karbohidrat, serat dan protein. Pada 0.1 kg selada menyediakan sekitar 15 kalori. Kandungan nutrisi pada sayur selada meliputi energi = 15 kkal, protein = 1200 mg, lemak = 200 mg, karbohidrat = 2900 mg, Cl = 22 mg, P = 25 mg, Fe = 1 mg, vitamin A = 540 IU, vitamin B1 = 0,04

mg dan vitamin C = 8 mg (Romalasari & Sobari, 2019). Selada mampu tumbuh dengan optimal pada lingkungan yang memiliki tanah dengan pH 5-6,5. Temperatur lingkungan yang optimal untuk budidaya selada berkisar 15-25 °C. Temperatur di atas 30 °C akan menghambat pertumbuhan dan juga merangsang tumbuhnya batang bunga (*bolting*), selain itu juga akan berdampak pada rasa selada yang dihasilkan, selada menjadi pahit (Hakim et al., 2019)

Nutrisi dalam budidaya tanaman merupakan hal sangat penting terpasuk dalam budidaya dengan teknik hidroponik. Konsentrasi nutrisi antara komoditi tanaman. Pada tanaman selada, konsentrasi terbaik untuk pertumbuhan dan hasil selada merah yang baik adalah 900 ppm (Supriani et al., 2021). Dosis nutrisi optimal selada hijau adalah 840 ppm (Pradita & Koesriharti, 2019). Pemberian nutrisi pada budidaya secara hidroponik diberikan dalam bentuk larutan, yang memiliki kandungan unsur makro serta mikro. Kalium merupakan salah satu unsur makro yang dibutuhkan oleh tanaman dan berperan penting bagi pertumbuhan tanaman. Unsur K berperan dalam fotosintesis, transportasi produk asimilasi, enzim serta mineral yang juga di dalamnya terdapat air; meningkatkan ketahanan atau resistensi tanaman pada penyakit serta hama, meningkatkan kapasitas tukar kation tanah (KTK), dan berinteraksi dengan aluminium, besi, mangan, dan ion logam lain yang beracun bagi tanaman membentuk kompleks (Apriliani et al., 2016). Peranan unsur K untuk pertumbuhan tanaman selada sebagai pendukung untuk peningkatan berat tanaman melalui pertumbuhan batang dan daun tanaman selada.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pemberian pupuk kalium tambahan yang dikombinasikan dengan nutrisi AB-mix terhadap pertumbuhan serta chemical properties tanaman selada yang dibudidayakan secara hidroponik. Tiga varietas tanaman selada digunakan dalam

penelitian ini. Selain itu, terdapat tiga konsentrasi kalium tambahan.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di UPT Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih selada dengan tiga varietas yaitu selada hijau, selada merah dan selada butterhead. Selada di tanam dengan menggunakan sistem hidroponik dengan menggunakan media tanam rockwool dengan ukuran 2.5 x 2.5 x 2.5 cm dan nutrisi utama AB-mix dengan kandungan-kandungan unsur hara makro Nitrogen (N) 18.1%, Fosfor (P) 5.1%, dan K (Kalium) 25.3%, netpot, kain flanel. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi TDS meter, pH meter, lux meter, timbangan digital, oven, SPAD klorofil meter, penggaris, box styrofoam, dan pompa air.

Penelitian menggunakan design rancangan percobaan RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan menggunakan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama yaitu penambahan unsur kalium dan faktor kedua yaitu varietas selada yang digunakan. Perlakuan penambahan unsur kalium pada penelitian ini yaitu penambahan kalium sebesar 225 ppm, 250 ppm dan 275 ppm. Adapun perlakuan varietas yang diaplikasikan yaitu varietas selada hijau, selada merah dan selada butterhead. Dalam penelitian ini menggunakan tiga instalasi hidroponik, dalam satu instalasi terdapat tiga jenis varietas selada dengan jumlah tanaman pada masing-masing perlakuan yaitu sebanyak 35 tanaman selada. Secara detail, perlakuan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- P1 : Selada Hijau dengan ABmix 900 ppm + 225 ppm kalium
- P2 : Selada Hijau dengan ABmix 900 ppm + 250 ppm kalium
- P3 : Selada Hijau dengan ABmix 900 ppm + 275 ppm kalium
- P4 : Selada Merah dengan ABmix 900 ppm + 225 ppm kalium

- P5: Selada Mijau dengan ABmix 900 ppm + 250 ppm kalium
P6: Selada Mijau dengan ABmix 900 ppm + 275 ppm kalium
P7: Selada Butterhead dengan ABmix 900 ppm + 225 ppm kalium
P8: Selada Butterhead dengan ABmix 900 ppm + 250 ppm kalium
P9: Selada Butterhead dengan ABmix 900 ppm + 275 ppm kalium

Pupuk AB-mix diaplikasikan pada penelitian ini sebagai sumber hara utama yang untuk memenuhi kebutuhan hara makro dan mikro selama budidaya tanaman selada hidroponik. Pupuk AB-mix berbentuk serbuk dilarutkan terlebih dahulu untuk mendapatkan larutan pekat, selanjutnya diencerkan kembali dan dicampurkan kedalam box penampung air pada instalasi hidroponik. Adapun konsentrasi nutrisi AB-mix pada semua perlakuan yaitu 900 ppm. Setelah 900 ppm diperoleh dalam penampung, selanjutnya diberikan penambahan unsur kalium sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan pada setiap perlakuan.

Penelitian dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan. Selanjutnya dilakukan penyemaian benih selada. Benih selada disemai pada nampan dan dipindahkan pada instalasi hidroponik disaat jumlah daun muncul sebanyak 3 sampai 4 helai atau 10 hari (Supriani et al., 2021). Selanjutnya budidaya tanaman selada hidroponik dilakukan hingga panen yaitu 49 hari setelah pindah tanam.

Pada penelitian ini parameter yang diamati meliputi TDS, pH dan intensitas cahaya yang masuk kedalam greenhouse. Pengukuran pH, TDS dan intensitas cahaya matahari dilakukan setiap hari dengan tujuan menjaga stabilitas nilai konsentrasi larutan. Sedangkan parameter morfologi tanaman diamati dengan menghitung tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), lebar kanopi (cm), lebar daun (cm), berat segar (g), berat kering (g), laju pertumbuhan tanaman dan analisis proksimat yang meliputi kadar air,

kadar abu, kadar lemak dan kadar protein (Hidayat & Insafitri, 2021). Pengamatan morfologi tanaman dilakukan setiap 7 hari dimulai dari 7 HST. Sedangkan analisis proksimat dilakukan ketika panen yaitu pada 49 HST. Analisis proksimat dilakukan di laboratorium terpadu CDAST Universitas Jember. Pengukuran berat kering tanaman menggunakan oven dilakukan di laboratorium agronomi. Suhu yang digunakan untuk mengeringkan tanaman yaitu 70°C dalam durasi 48 jam (Novriani, 2014). Pengukuran berat kering tanaman dilakukan dengan mengukur tajuk tanaman, sehingga pada pengukuran berat kering, bagian akar dan bagian tajuk tanaman dipisahkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Daun

Interaksi jenis selada dan dosis pemupukan K memberikan hasil berbeda tidak nyata (Tabel 1). Berdasarkan nilai F-Hitung menunjukkan bahwa perbedaan jumlah daun lebih didominasi oleh faktor jenis selada. Perbedaan dosis K juga memberikan hasil berbeda tidak nyata pada semua jenis selada. Hal tersebut menunjukkan bahwa parameter jumlah daun lebih dipengaruhi oleh faktor jenis selada dibandingkan dengan faktor dosis pupuk K (Gambar 1).

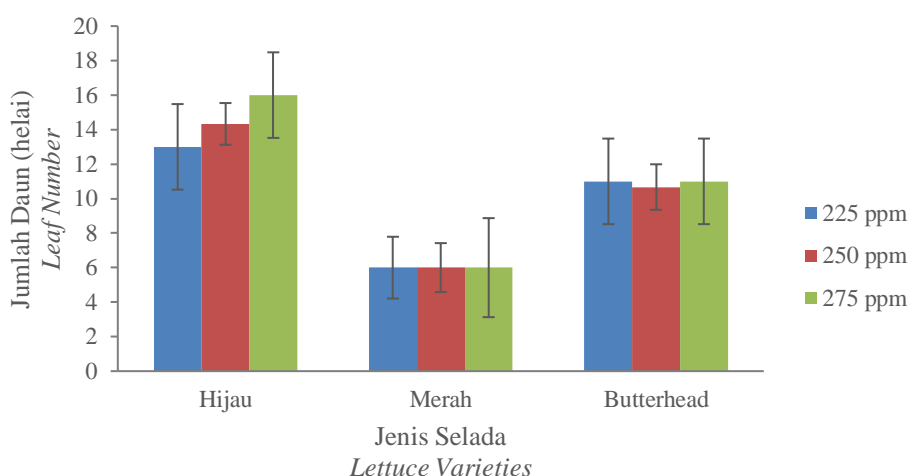
Pada Gambar 1, diketahui bahwa jumlah daun tanaman selada meningkat, namun penambahan jumlah daun berbeda setiap varietas. Karena masing-masing varietas selada memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Pada selada hijau, konsentrasi K yang terbaik di untuk meningkatkan jumlah daun yaitu dengan konsentrasi 275 ppm, sedangkan pada selada merah konsentrasi K tidak berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah daun pada setiap perlakuan. Pada varietas selada butterhead, jumlah daun antara konsentrasi 225 ppm dan 275 ppm menunjukkan hasil yang hampir serupa sehingga, pada varietas ini penambahan kalium tidak begitu berpengaruh. Penelitian yang dilakukan oleh (Inthichack et al., 2012) juga menyatakan bahwa penambahan dosis KCl

Tabel 1. Hasil Uji ANOVA pada semua parameter pengamatan
 Table 1. ANOVA test results on all observed parameters

Variabel <i>Variables</i>	Nilai F-Hitung			KK (%) CV (%)
	<i>F-values</i>			
	Jenis Selada (S) <i>Lettuce Varieties (S)</i>	Dosis Kalium (K) <i>Kalium dose (K)</i>	S x K	
Jumlah Daun <i>Leaf number</i>	168,000 **	2,423 tn	2,365 tn	9,4
Tinggi Tanaman <i>Plant Height</i>	19,622 **	3,611 *	4,009 *	15,12
Lebar Kanopi <i>Canopy Width</i>	57,688 **	16,359 **	9,362 **	3,51
Lebar Daun <i>Leaf Width</i>	308,004 **	80,234 **	13,280 **	5,88
Berat Segar <i>Fresh Weight</i>	98,372 **	9,441 **	0,572 tn	11,3
Kandungan Klorofil <i>Chlorophyll Content</i>	21,725 **	2,557 tn	2,962 *	15,79
Luas Daun <i>Leaf Area Index</i>	309,553 **	24,130 **	6,293 **	11,86

Keterangan: **=berbeda sangat nyata; *=berbeda nyata; tn= berbeda tidak nyata

Remarks: **= significant different at α 0.01; *=significant different α 0.05; tn= non-significant different



Gambar 1. Jumlah daun setiap jenis selada pada dosis K yang berbeda.

Figure 1. The average leaf number of each lettuce variety in different doses of K

dapat meningkatkan jumlah daun pada tanaman selada hidroponik.

Tinggi Tanaman

Salah satu indikator pertumbuhan tanaman yaitu tinggi tanaman. tanaman akan mengalami penambahan tinggi karena penambahan sel pada tanaman. penambahan

tinggi tanaman sangat erat kaitannya dengan cahaya yang ditangkap oleh tanaman untuk fotosintesis. Tanaman akan mengejar arah cahaya, sehingga dalam beberapa kasus terjadi etiolasi apabila tanaman mengalami kekurangan cahaya. Namun, faktor lain yang mempengaruhi tinggi tanaman yaitu ketersediaan unsur hara. Gambar 2 dibawah

ini menyajikan grafik perbandingan tinggi tanaman pada selada hijau, merah dan selada varietas butterhead.

Berdasarkan gambar 2, penambahan konsentrasi kalium berpengaruh secara signifikan terhadap tinggi selada pada 3 varietas yang diuji. Hasil penelitian ini linier dengan penelitian yang dilakukan oleh (Barickman et al., 2016) yang menyebutkan bahwa penambahan dosis kalium (K) dapat meningkatkan tinggi selada merah. Tinggi tanaman di pengaruhi oleh kemampuan tanaman untuk merespon cahaya. Tanaman megejar cahaya untuk melakukan fotosintesis. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Xu et al., 2020) menyatakan bahwa peningkatan dosis kalium dapat meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman selada, dan kemampuan akar untuk menyerap air dan hara pada media tanam.

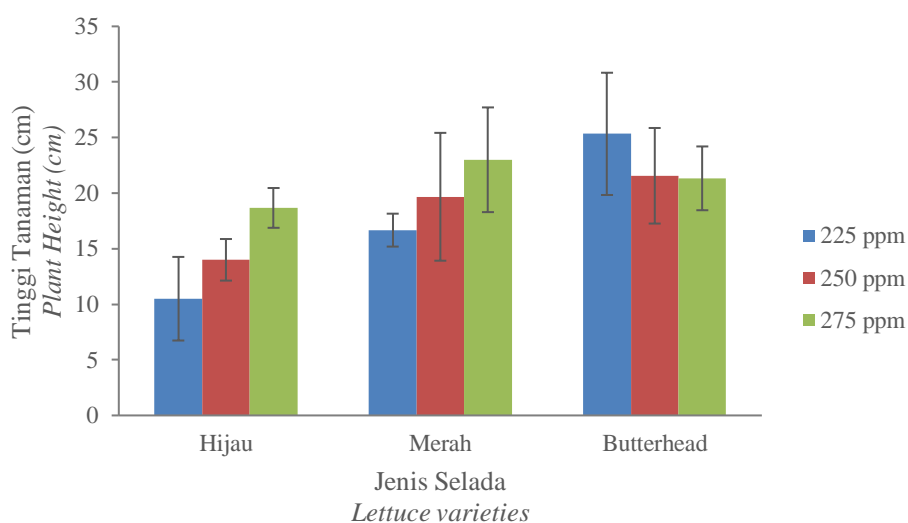
Lebar Kanopi

Lebar kanopi atau juga dapat disebut lebar tajuk merupakan satuan area yang tertutupi oleh daun tanaman. lebar kanopi dipengaruhi oleh jumlah daun dan lebar daun. Gambar 3 dibawah menyajikan grafik lebar kanopi pada tiga varietas selada dengan penambahan dosis kalium.

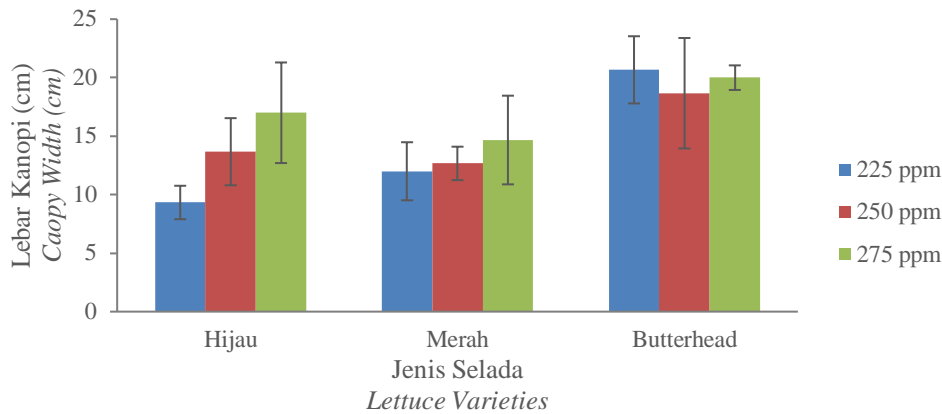
Berdasarkan gambar 3, diketahui bahwa penambahan dosis kalium 275 ppm pada selada hijau dan selada merah dapat meningkatkan lebar kanopi menjadi daun dengan kanopi paling lebar. Kanopi tanaman dipengaruhi oleh banyak daun dan ukuran daun (Putra et al., 2021). Hal ini dibuktikan dengan pengaruh penambahan dosis kalium terhadap jumlah daun. Umumnya, semakin banyak jumlah daun maka tutupan kanopi akan semakin meningkat. Hal ini juga dikarenakan laju fotosintesis tanaman yang meningkat karena dosis kalium sehingga pembentukan sel pada daun menjadi meningkat untuk membentuk daun baru. Tetapi pada selada butterhead, pemberian kalium dengan konsentrasi sebesar 275 ppm tidak memberikan penambahan lebar kanopi yang signifikan dibandingkan dengan konsentrasi lainnya yaitu 225 ppm dan 250 ppm.

Lebar Daun

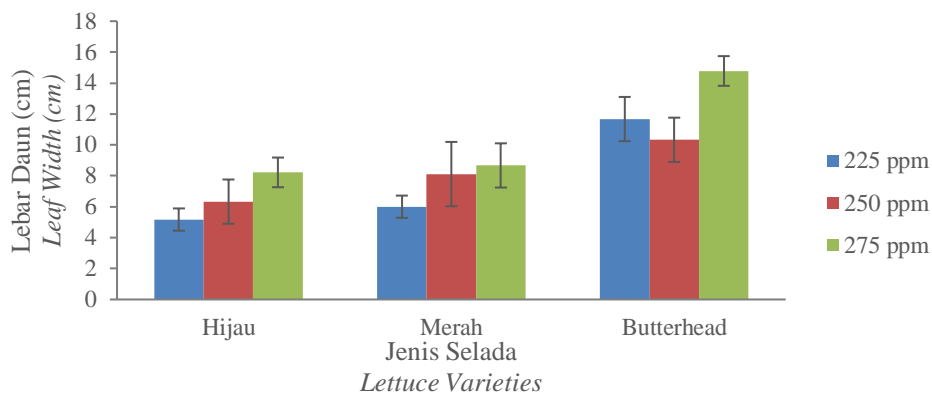
Kalium mempengaruhi reaksi fotosintesis tanaman sehingga secara langsung akan berpengaruh terhadap pembentukan sel-sel pada daun. Gambar 4 menyajikan grafik hasil pengukuran lebar daun pada tiga varietas tanaman selada yang di uji pada penelitian ini.



Gambar 2. Grafik tinggi tanaman.
Figure 2. The graph of plant height



Gambar 3. Grafik lebar kanopi atau tajuk
Figure 3. The graph of canopy width



Gambar 4. Grafik lebar daun
Figure 4. The graph of leaf width

Berdasarkan gambar 4, diketahui bahwa peningkatan dosis atau penambahan dosis unsur hara kalium mempengaruhi lebar daun pada tanaman selada hidroponik. Penambahan kalium dengan dosis 275 ppm menghasilkan lebar daun yang lebih baik dari 7 HST hingga panen 49 HST. Hal ini dikarenakan tanaman dapat melakukan fotosintesis lebih baik. Pemberian kalium 275 ppm memberikan hasil lebar daun paling tinggi pada ketiga macam selada yang diujikan yaitu selada merah, selada hijau, dan selada butterhead. Penelitian yang dilakukan oleh Xu et al. (2020) menyatakan bahwa penambahan unsur kalium dapat membuat daun menjadi lebih lebar, namun tidak mempengaruhi secara signifikan terhadap panjang daun.

Berat Segar

Berat segar tanaman merupakan parameter sangat umum digunakan untuk menilai hasil panen. Secara sederhana, petani umumnya dapat mengatakan panennya lebih baik apabila menghasilkan produk yang lebih berat. Berat segar dipengaruhi oleh ukuran tanaman, dan kandungan air pada produk pertanian (kadar air). Gambar 5 menyajikan grafik berat segar pada tanaman selada akibat pengaruh pemberian dosis kalium.

Gambar 5 menyajikan grafik berat segar selada hijau, selada merah dan selada varietas butterhead. Berdasarkan grafik tersebut diketahui bahwa penambahan dosis kalium mempengaruhi berat segar tiga varietas yang diuji. Semakin tinggi konsentrasi kalium yang diberikan, menghasilkan berat segar yang semakin baik. hasil peneltiian

ini linier dengan penelitian yang dilakukan oleh Barickman et al. (2016) yang menyatakan bahwa penambahan dosis kalium menyebabkan peningkatan pada berat segar tanaman selada hidroponik. Selain itu, Inthichack et al. (2012) melakukan penelitian serupa dengan menambahkan dosis KCl pada tanaman selada. Penelitian yang dilakukan menyatakan bahwa penambahan dosis KCl sebanyak 321.8 mg/L mampu meningkatkan berat segar selada. Sehingga penambahan unsur hara kalium secara signifikan mempengaruhi berat segar selada hidroponik. Penambahan berat segar dipengaruhi oleh jumlah daun pada tanaman.

Berat Kering

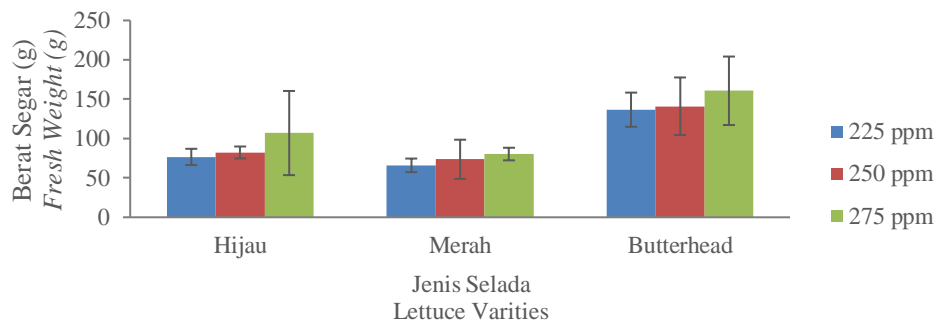
Berat kering merepresentasikan kandungan biomassa yang terdapat pada suatu produk. Untuk mengetahui berat kering tanaman, umumnya dilakukan treatment khusus yaitu dengan menghilangkan kadar air yang terdapat pada produk pertanian

tersebut. Grafik berat kering tanaman selada disajikan pada Gambar 6.

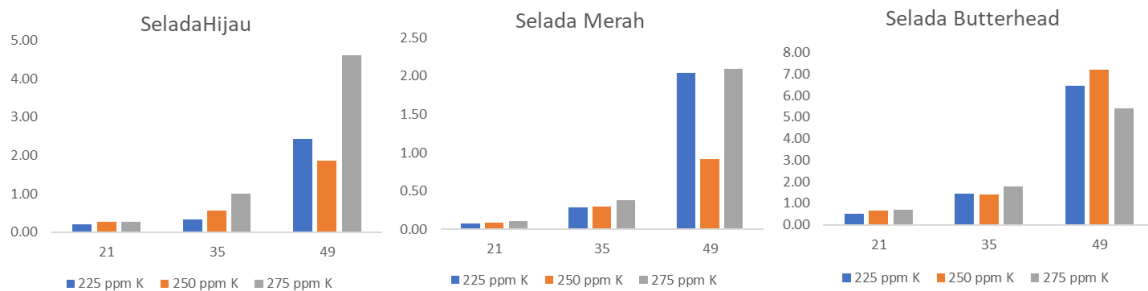
Gambar 6 merupakan grafik yang merepresentasikan berat kering selada. Pada varietas selada hijau dan merah penambahan dosis kalium 275 ppm menyebabkan peningkatan berat kering. Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Barickman et al. (2016) menyatakan bahwa penambahan kalium meningkatkan berat kering pada tanaman selada hidroponik. Sublett et al. (2018) dalam penelitiannya menyatakan bahwa penambahan unsur hara kalium dapat meningkatkan biomassa tanaman selada. Biomassa dapat diukur dengan mengetahui berat kering tanaman.

Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan menggambarkan pertumbuhan tanaman berupa penambahan biomassa dalam satuan waktu tertentu. Penambahan biomassa dapat dihitung dengan mengukur berat kering pada tanaman. Sehingga



Gambar 5. Grafik berat segar
Figure 5. The graph of fresh weight



Gambar 6. Grafik berat kering. (a) Varietas selada hijau; (b) varietas selada merah; (c) varietas selada butterhead

Figure 6. The graph of dry weight. (a) green lettuce; (b) red lettuce; (c) butterhead lettuce

untuk mengetahui laju pertumbuhan tanaman dapat mengukur berat kering dalam waktu tertentu. Tabel 2 merupakan tabel pengukuran laju pertumbuhan tanaman selada hijau, selada merah dan selada butterhead.

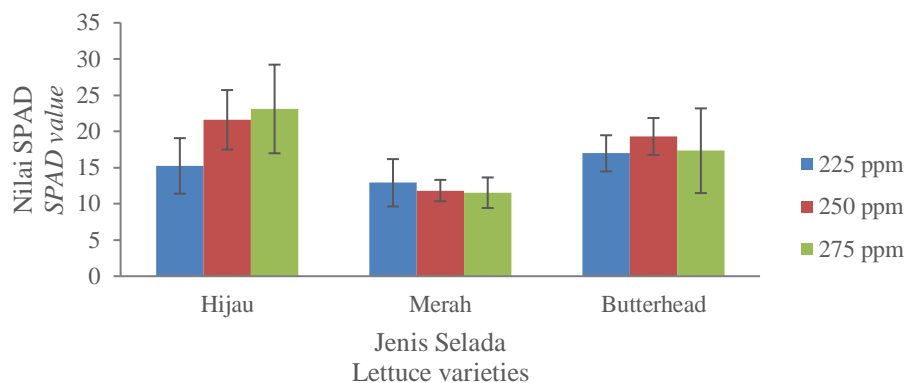
Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa penambahan dosis kalium berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman. Pada selada hijau menunjukkan perbedaan yang signifikan pada masing-masing perlakuan. Unsur kalium berperan dalam pembukaan dan penutupan stomata pada daun. Defisiensi unsur kalium dapat menurunkan hasil panen (Uçar et al., 2007). Kalium dikaitkan dengan pergerakan air, nutrisi dan karbohidrat dalam jaringan tanaman. Ini terlibat dengan aktivasi enzim di dalam tanaman, yang memengaruhi produksi protein, pati, dan adenosin trifosfat (ATP). Produksi ATP dapat mengatur laju fotosintesis.

Analisis Kandungan Klorofil

Klorofil merupakan zat hijau pada daun yang berperan dalam proses fotosintesis. Pengukuran klorofil umumnya dilakukan dengan menggunakan analisis kjeldahl. Namun, pada penelitian ini analisis dengan menggunakan alat dilakukan untuk mengetahui kandungan klorofil secara lebih cepat. Alat yang digunakan untuk mengukur kandungan klorofil yaitu SPAD meter (Putra et al., 2021). Kandungan klorofil pada tiga varietas selada disajikan pada gambar 7. Berdasarkan gambar 7, diketahui bahwa penambahan dosis kalium memengaruhi kandungan klorofil pada tiga varietas selada. Dosis kalium 250 ppm menyajikan kandungan klorofil yang lebih tinggi daripada pemberian dosis kalium 225 ppm.

Tabel 2. Laju pertumbuhan tiga varietas selada oleh pengaruh dosis kalium
 Table 2. Growth rate of three varieties of lettuce under the effect of potassium doses

Variables	Growth rate	
Selada Hijau	225 ppm K	0.08
	250 ppm K	0.06
	275 ppm K	0.16
Selada Merah	225 ppm K	0.07
	250 ppm K	0.03
	275 ppm K	0.07
Selada Butterhead	225 ppm K	0.21
	250 ppm K	0.23
	275 ppm K	0.17



Gambar 7. Grafik kandungan klorofil.
 Figure 7. The graph of chlorophyll content

Hal ini linier dengan penelitian yang dilakukan oleh (Du et al., 2019) yang menyatakan bahwa Kekurangan kalium (K) secara signifikan menurunkan fotosintesis karena klorosis daun yang disebabkan oleh akumulasi spesies oksigen reaktif (ROS). Penelitian serupa dilakukan oleh (Zhao et al., 2016) yang menyatakan bahwa penurunan kandungan klorofil linier dengan penurunan konsentrasi kalium.

Analisis Proksimat

Kadar Air

Kadar air merupakan kandungan persentase air yang terdapat dalam organ tanaman. tanaman menyerap air dengan menggunakan akar. Gambar 8 menunjukkan perbandingan kadar air pada tiga varietas selada terhadap pengaruh perbedaan dosis kalium. Pengukuran kadar air merupakan bagian dari hasil analisis proksimat.

Berdasarkan gambar 8, dapat diketahui bahwa perbedaan kandungan air atau kadar air pada 3 varietas selada menunjukkan perbedaan. Kadar air dipengaruhi oleh kemampuan akar untuk menyerap air kemudian mendistribusikan pada seluruh organ tanaman. pertumbuhan akar juga di pengaruhi oleh unsur hara kalium. Menurut peneltian yang dilakukan oleh (Novriani, 2014), kalium mempengaruhi pertumbuhan akar. Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Inthichack et al., 2012) yang menyebutkan bahwa dosis kalium yang lenih tinggi dapat menghasilkan akar yang lebih baik untuk penyerapan hara dan air. Hal tersebut terbukti dengan peneltian ini, pada selada butterhead, konsentrasi penambahan K 275 ppm menghasilkan kadar air pada tanaman yang lebih tinggi. Pengukuran kadar air juga dipengaruhi oleh ukuran sampel yang dianalisis.

Kadar Abu

Kadar abu yang terkandung dalam pangan menunjukkan jumlah mineral yang ada dalam pangan. Kadar abu total adalah bagian dari analisis proksimat yang

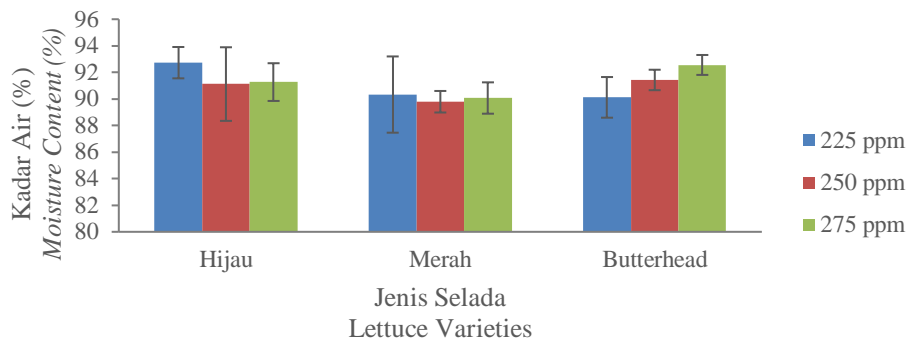
digunakan untuk mengevaluasi nilai gizi suatu bahan/produk pangan. Gambar 9 menunjukkan grafik kadar abu tanaman selada terhadap pengaruh penambahan dosis kalium.

Berdasarkan grafik yang disajikan pada gambar 9, diketahui bahwa pada selada varietas merah memiliki kadar abu yang tertinggi dibandingkan dengan selada varietas hijau dan selada varietas butterhead. Sehingga dapat dikatakan kandungan mineral yang terdapat pada varietas selada merah lebih tinggi dibandingkan dengan varietas selada hijau dan butterhead. Sedangkan pengaruh penambahan dosis kalium terhadap selada merah terlihat signifikan. Dosis kalium sebanyak 275 ppm menghasilkan kadar abu yang lebih tinggi. Penelitian serupa yang dilakukan oleh (Gołab-Bogacz et al., 2021) menyatakan bahwa penambahan unsur nitrogen dan kalium dalam meningkatkan kadar abu.

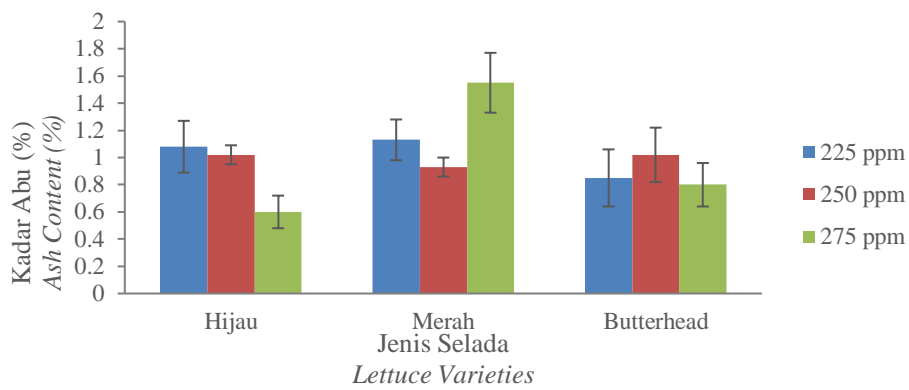
Kandungan Protein

Pada penelitian ini salah satu parameter yang diamati merupakan kandungan protein yang dilakukan dengan uji proksimat. Unsur kalium berperan dalam transport N dalam jaringan tanaman yang akan memengaruhi sintesis protein dalam tanaman tersebut. Hasil peneltian ini disajikan pada gambar 10 yang menyajikan hasil uji kandungan protein pada selada hijau, merah dan butterhead terhadap dosis kalium yang berbeda.

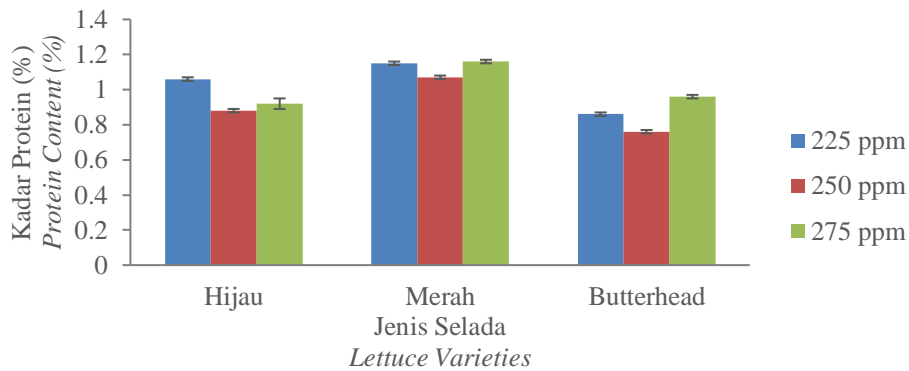
Berdasarkan grafik yang disajikan oleh gambar 10, dapat diketahui bahwa selada merah memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan selada hijau dan selada varietas butterhead. Namun secara keseluruhan, penambahan dosis kalium atau konsentrasi kalium yang berbeda menghasilkan kandungan protein yang berbeda. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh (Xu et al., 2020), penambahan unsur kalium dapat meningkatkan sintesis protein pada tanaman.



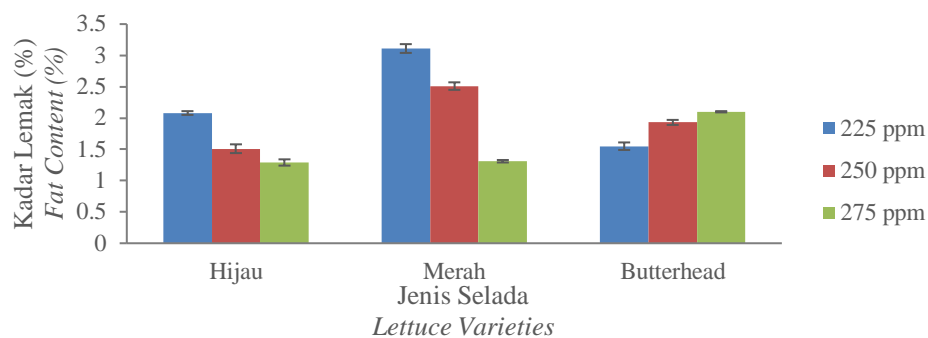
Gambar 8. Grafik kadar air.
Figure 8. The graph of moisture content



Gambar 9. Grafik kadar abu
Figure 9. The graph of ash content



Gambar 10. Grafik kandungan protein
Figure 10. The graph of protein content



Gambar 11. Grafik kandungan lemak
 Figure 11. The graph of fat content

Kandungan Lemak

Kandungan lemak merupakan salah satu hasil dari analisis proksimat. Gambar 11 menyajikan kandungan lemak pada selada dengan perlakuan penambahan dosis kalium.

Berdasarkan gambar 11, diketahui bahwa kandungan lemak dipengaruhi oleh dosis kalium yang diberikan pada penelitian ini. Selada merah mengandung lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan selada hijau dan selada butterhead. Pada selada hijau dan selada merah, konsentrasi atau penambahan dosis kalium berbanding terbalik dengan kandungan lemak. Semakin tinggi dosis kalium yang diberikan, maka kandungan lemak pada tanaman semakin menurun. Namun pada selada butterhead, semakin tinggi dosis kalium yang diaplikasikan, maka kandungan lemak juga semakin meningkat.

KESIMPULAN

Unsur kalium merupakan salah satu unsur hara makro. Unsur ini memengaruhi pertumbuhan tanaman selada pada masing-masing varietas selada hijau, selada merah dan selada butterhead. Masing-masing varietas selada tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil penelitian ini, unsur kalium berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan proksimat pada selada merah dibandingkan selada hijau dan selada butterhead. Namun, secara keseluruhan, penambahan unsur kalium mampu meningkatkan berat segar, lebar daun, lebar kanopi, tinggi tanaman dan

jumlah daun pada tanaman seluruh varietas selada yang diuji. Ditinjau dari kandungan klorofil, penambahan unsur kalium 250 ppm pada masing-masing sevaretas selada dapat meningkatkan kandungan klorofil tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani, Ii. N., Heddy, S., & Suminarti, N. E. (2016). Pengaruh kalium pada pertumbuhan dan hasil dua varietas tanaman ubi jalar (*Ipomea batatas* (L.) Lamb). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(4), 264–270. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/290>.
- Barickman, T. C., Horgan, T. E., Wheeler, J. R., & Sams, C. E. (2016). Elevated Levels of Potassium in Greenhouse-grown Red Romaine Lettuce Impacts Mineral Nutrient and Soluble Sugar Concentrations. *HortScience*, 51(5), 504–509. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.51.5.504>.
- Du, Q., Zhao, X., Xia, L., Jiang, C., Wang, X., Han, Y., Wang, J., & Yu, H. (2019). Effects of potassium deficiency on photosynthesis, chloroplast ultrastructure, ROS, and antioxidant activities in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 18(2), 395–406. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)61953-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)61953-7).
- Gołab-Bogacz, I., Helios, W., Kotecki, A., Kozak, M., & Jama-Rodzeńska, A. (2021). Content and Uptake of Ash and Selected Nutrients (K, Ca, S) with Biomass of

- Miscanthus × giganteus Depending on Nitrogen Fertilization. *Agriculture*, 11(1), 76. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010076>.
- Hakim, M. A. R., Sumarsono, S., & Sutarno, S. (2019). Pertumbuhan dan produksi dua varietas selada (*Lactuca sativa* L.) pada berbagai tingkat naungan dengan metode hidroponik. *Journal of Agro Complex*, 3(1), 15. <https://doi.org/10.14710/joac.3.1.15-23>.
- Hayati, N., Fitriyah, L. A., & Wijayadi, A. W. (2021). Pelatihan Budidaya Tanaman secara Hidroponik untuk Pemenuhan Kebutuhan Sayur Skala Rumah Tangga. *JPM (Jurnal Pemberdayaan Masyarakat)*, 6(1), 537–545. <https://doi.org/10.21067/jpm.v6i1.5382>.
- Hidayanti, L., & Kartika, T. (2019). Pengaruh Nutrisi AB Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) secara Hidroponik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16(2), 166. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v16i2.3214>.
- Hidayat, H. N., & Insafitri, I. (2021). Analisa Kadar Proksimat Pada *Thalassia hemprichi* dan *Galaxaura Rugosa* di Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan ...*, 2(4), 307–317. <https://journal.trunojoyo.ac.id/juvenil/article/view/12565>.
- Inthichack, P., Nishimura, Y., & Fukumoto, Y. (2012). Effect of potassium sources and rates on plant growth, mineral absorption, and the incidence of tip burn in cabbage, celery, and lettuce. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 53(2), 135–142. <https://doi.org/10.1007/s13580-012-0126-z>.
- Ismail, I. (2018). Pengaruh Jumlah Penduduk Terhadap Konsumsi Beras di Kecamatan Asparaga Kabupaten Gorontalo. *Gorontalo Development Review*, 1(1), 74. <https://doi.org/10.32662/golder.v1i1.117>.
- Junainah, W., Kanto, S., & Soenyono. (2016). Program Urban Farming sebagai Model Penanggulangan Kemiskinan Masyarakat Perkotaan (Studi Kasus di Kelompok Tani Kelurahan Keputih Kecamatan Sukolilo Kota Surabaya). *Wacana*, 19(3), 148–156. <https://wacana.ub.ac.id/index.php/wacana/article/view/427>.
- Kumari, S., Pradhan, P., Yadav, R., & Kumar, S. (2018). Hydroponic techniques: A soilless cultivation in agriculture. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 17(1), 1886–1891. <https://www.phytojournal.com/special-issue/2018.v7.i1S.3556/hydroponic-techniques-a-soilless-cultivation-in-agriculture>.
- Novriani. (2014). Respon Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair Asal Sampah Organik Pasar. *Klorofil*, 9(2), 57–61. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/klorofil/article/view/112/85>.
- Pradita, N., & Koesriharti, K. (2019). Pengaruh Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Selada (*Lactuca Sativa* L.) Pada Sistem NFT. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(4), 706–712. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/1107>.
- Putra, B. T. W., Syahputra, W. N. H., Rusdamin, Indarto, Anam, K., Darmawan, T., & Marhaenanto, B. (2021). Comprehensive measurement and evaluation of modern paddy cultivation with a hydroganics system under different nutrient regimes using WSN

- and ground-based remote sensing. *Measurement*, 178(January), 109420. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109420>.
- Romalasari, A., & Sobari, E. (2019). Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.) Menggunakan Sistem Hidroponik Dengan Perbedaan Sumber Nutrisi. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), 36–41. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v3i1.158>.
- Sari, S., & Zahrosa, D. B. (2017). Pemanfaatan Lahan Sempit Dengan Sistem Hidroponik Sebagai Usaha Tambahan Bagi Ibu Rumah Tangga. *Integritas*, 1(1), 20–23. <https://unars.ac.id/ojs/index.php/integritas/article/view/62>.
- Setiawan, R., Ulfa, H., Miftahuljannah, Ajza, D. S., & Setiawan, B. (2021). Penggunaan Green House untuk Budidaya Hortikultura di Halaman Sekolah SD Negeri 063 Lagi Agi. *Jurnal Lepa-Lepa Open*, 1(3), 480–487. <https://ojs.unm.ac.id/JLLO/article/view/18609>.
- Sublett, W., Barickman, T., & Sams, C. (2018). Effects of Elevated Temperature and Potassium on Biomass and Quality of Dark Red ‘Lollo Rosso’ Lettuce. *Horticulturae*, 4(2), 11. <https://doi.org/10.3390/horticulturae4020011>.
- Supriani, E., Budiyanto, S., & Sutarno, S. (2021). Respon Tanaman Selada Keriting Hijau Terhadap Penyinaran Lampu LED dan Konsentrasi CaCl_2 pada Sistem Hidroponik. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 6(2), 99. <https://doi.org/10.35329/agrovital.v6i2.2713>.
- Susilawati. (2019). *Dasar-dasar Bertanam Secara Hidroponik*. UNSRI Press.
- Tando, E. (2019). Review : Pemanfaatan Teknologi Greenhouse Dan Hidroponik Sebagai Solusi Menghadapi Perubahan Iklim Dalam Budidaya Tanaman Hortikultura. *Buana Sains*, 19(1), 91. <https://doi.org/10.33366/bs.v19i1.1530>.
- Uçar, Y., Kadayifci, A., Erdal, I., Tuylu, G. I., & Senyigit, U. (2007). Effect of potassium fertilization on Lettuce’s (*Lactuca sativa* L.) yield parameters and evapotranspiration under different sodium media. *Asian Journal of Chemistry*, 19(5), 4083–4092. https://www.researchgate.net/publication/324746683_Effect_of_Potassium_Fertilization_on_Lettuce's_Lactuca_sativa_L_under_Different_Sodium_Media.
- Wirawan, I. K. A., & Nubatonis, A. (2019). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Permintaan Sayuran Daun Oleh Rumah Makan di Kecamatan Kota Kefamenanu Kabupaten Timor Tengah Utara. *AGRIMOR*, 4(1), 1–3. <https://doi.org/10.32938/ag.v4i1.583>.
- Xu, X., Du, X., Wang, F., Sha, J., Chen, Q., Tian, G., Zhu, Z., Ge, S., & Jiang, Y. (2020). Effects of Potassium Levels on Plant Growth, Accumulation and Distribution of Carbon, and Nitrate Metabolism in Apple Dwarf Rootstock Seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 11(June), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00904>.
- Zhao, X., Du, Q., Zhao, Y., Wang, H., Li, Y., Wang, X., & Yu, H. (2016). Effects of Different Potassium Stress on Leaf Photosynthesis and Chlorophyll Fluorescence in Maize (*Zea Mays*) at Seedling Stage. *Agricultural Sciences*, 07(01), 44–53. <https://doi.org/10.4236/as.2016.71005>.



Pengaruh Kehadiran Gulma pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) terhadap sebelum dan setelah Pemberian Pupuk Limbah Udang

Effect of Presence of Weeds on Brassica juncea L on Before and After Application of Shrimp Waste Fertilizer

Author(s): Aditya Murti Laksono^{(1)*}; Ratna Presanthy⁽¹⁾; Sri Andini Lestari⁽¹⁾; Muh. Adiwena⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universitas Borneo Tarakan

*Corresponding author: aditwalker02@gmail.com

Submitted: 26 Aug 2022

Accepted: 10 Oct 2022

Published: 31 Mar 2023

ABSTRAK

Keberadaan gulma dipengaruhi oleh jenis pupuk yang diberikan pada tanaman budidaya. Setiap jenis pupuk memiliki kandungan yang berbeda sehingga berpengaruh terhadap spesies gulma yang tumbuh. Agar dapat mengetahui spesies gulma yang tumbuh perlu dilakukan identifikasi pada lahan budidaya. Penelitian dilakukan bulan Juni – Agustus 2021 di Kebun pertanian Kelompok Tani Sinar Harapan, Kota Tarakan Provinsi Kalimantan Utara. Metode penelitian yaitu metode sampling acak. Parameter digunakan yaitu nama gulma dan jumlah gulma. Hasil analisis vegetasi gulma di lahan sawi kemudian diolah untuk menghitung kerapatan, frekuensi, INP dan SDR. Dalam membandingkan keragaman gulma sebelum dan setelah diberikan pupuk limbah udang maka dihitung Indeks Kemerataan Evenness Indeks kekayaan Margalef, Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener, dan Indeks Kekayaan jenis Sorensen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gulma yang terdapat sebelum diberikan pupuk limbah udang di tanaman sawi yang mendominasi yaitu spesies *Cyperus iria* nilai SDR sebesar 30,33%. Gulma ditemukan di tanaman sawi setelah diberikan pupuk limbah udang yang mendominasi yaitu gulma *Cyperus iria* nilai SDR sebesar 21,71%. Indeks Kekayaan Jenis Margalef sebelum dan sesudah diberikan pupuk limbah udang termasuk kategori sedang. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener sebelum dan sesudah diberikan pupuk limbah udang kategori sedang. Indeks Kesamaan Jenis Sorensen dengan nilai 81,82%. Indeks Kemerataan Evenness sebelum diberikan pupuk limbah udang yaitu 0.62 dan setelah diberikan pupuk limbah udang yaitu 0.64.

Kata Kunci:

Brassica juncea,
Gulma,
Hortikultura,
Limbah Udang,
Pupuk.

Keywords:

Brassica juncea,
Weeds,
Horticulture,
Shrimp Waste,
Fertilizer.

ABSTRACT

Presence of weeds is influenced by the type of fertilizer applied to cultivated plants. Each type of fertilizer has a different content so that it affects the weed species that grow. In order to know the weed species that grow, it is necessary to identify the cultivated land. The research was conducted in June – August 2021 at the Sinar Harapan Farmers Group's, Tarakan City, North Kalimantan. Research method is a random sampling method. Results of the analysis of the weed vegetation in the Brassica juncea land were then processed to calculate the density, frequency, INP and SDR. In comparing the diversity of weeds before and after being applied with shrimp waste fertilizer used Evenness Index, Margalef Index, Shannon-Wiener Index, and Sorensen Index. Results showed that the weeds that were present before being given shrimp waste fertilizer in the Brassica juncea plant were the dominant species, namely Cyperus iria, SDR value was 30.33%. Weeds were found in the Brassica juncea after being given shrimp waste fertilizer, which dominated the weed, namely Cyperus iria with an SDR value of 21.71%. Margalef Index before and after being given shrimp waste fertilizer was in the medium category. Shannon-Wiener Index before and after being given the medium category of shrimp waste fertilizer. Sorensen's Index with a value of 81.82%. Evenness Index before being given shrimp waste fertilizer was 0.62 and after being given shrimp waste fertilizer was 0.64.



PENDAHULUAN

Keberadaan gulma pada lahan budidaya tanaman lebih banyak memberikan dampak negatif. Keberadaan gulma dapat menurunkan hasil produksi tanaman budaya akibat terjadinya persaingan dalam memperoleh air, cahaya, unsur hara, dan udara. Gulma juga menjadi inang hama dan penyakit. Selain itu gulma dapat menyebabkan tanaman keracunan akibat senyawa alelopati yang dihasilkannya (Hamid, 2010).

Gulma memiliki spesies yang beragam. Keragaman spesies gulma dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya, unsur hara, teknik budidaya, penggunaan jarak tanam serta umur tanaman tersebut. Kesuburan tanah, pola budidaya dan pengolahan tanah sangat mempengaruhi keragaman gulma pada suatu lahan. Sebaran gulma antara satu daerah dengan daerah lainnya berbeda sesuai dengan faktor yang mempengaruhinya (Suryatini, 2018). Gulma dapat tumbuh di berbagai kondisi lingkungan dan berbagai macam jenis lahan budidaya termasuk pada lahan sawi.

Sawi termasuk tanaman hortikultura yang memiliki nutrisi yang lengkap yang dibutuhkan oleh manusia. Kandungan nutrisi pada sawi yang dibutuhkan oleh manusia yaitu Vitamin A, B, C, D, E dan K. Selain itu sawi juga mengandung serat, protein dan lemak. Jenis sawi yaitu sawi pakchoi, sawi putih, sawi caisim, sawi kailan, dan kali pagoda (Meiflorisa *et al.*, 2017). Sawi juga menjadi salah satu komoditas tanaman yang banyak dibudidayakan di Kota Tarakan khususnya di kelompok Tani Sinar Harapan.

Budidaya sawi di Kalimantan Utara khususnya di Kelompok Tani Sinar Harapan menggunakan pupuk limbah udang. Udang merupakan komoditas utama penghasil devisa tertinggi di Kalimantan Utara, kendala yang dihadapi yaitu adanya limbah dari udang seperti limbah bagian kepala dan udang. Untuk mengurangi limbah udang dapat dijadikan pupuk. Kandungan yang terdapat pada pupuk limbah udang yaitu protein dan mineral. Bagian udang yang

dijadikan pupuk yaitu bagian kulit udang dan kepala udang (Suwoyo *et al.*, 2016). Selain itu limbah udang juga mengandung unsur hara N sebesar 9.45%, P sebesar 1.09%, dan K sebesar 0,52% (Syofia *et al.*, 2017). Sifat fisik, kimia, dan biologi tanah yang diberikan pupuk limbah udang akan meningkatkan produktivitas tanaman dan pupuk anorganik yang biasa digunakan di lahan budidaya akan berkurang (Laude *et al.*, 2010).

Limbah udang yang dikeringkan hingga menjadi pupuk mengeluarkan bau yang tidak sedap karena mengandung metabolit sekunder. Kandungan metabolit sekunder akan berpengaruh terhadap kehadiran gulma di lahan pertanian yang memungkinkan dengan adanya kandungan metabolit sekunder inilah gulma tertentu akan tumbuh atau tidak tumbuh (Ock Kim *et al.*, 2020). Berdasarkan pernyataan tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai budidaya tanaman sawi yang diberikan pupuk limbah udang terhadap kehadiran gulma

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni – Agustus 2021 di Kebun pertanian Kelompok Tani Sinar Harapan, Kota Tarakan, Kalimantan Utara. Penelitian ini menggunakan alat dan bahan yaitu tali rafia, gunting alat tulis, parang, kayu pasak, pH meter, dan meteran. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan survey pendahuluan terlebih dahulu dengan melakukan wawancara kepada ketua Kelompok Tani Sinar Harapan untuk mendapatkan data mengenai budidaya sawi di lahan kelompok tani tersebut. Kemudian disiapkan kayu pasak dan tali rafia dengan ukuran 1x1 m untuk dijadikan petak kuadrat. Petak kuadrat akan digunakan dalam melakukan identifikasi gulma yang ada pada tanaman sawi dengan jumlah sampel 30 petak kuadrat sebelum dan 30 petak kuadrat setelah pemberian pupuk limbah udang. Petak kuadrat akan diletakkan pada daerah yang telah ditentukan, kemudian dilakukan analisis vegetasi gulma. Gulma

yang didapatkan dari petak kuadrat tersebut dianalisis spesies gulmanya dan dihitung masing-masing jumlah spesies gulma. Selain itu pada penelitian ini juga dilakukan pengecekan pH tanah dengan menggunakan pH meter. Penelitian ini menggunakan parameter pendukung dan parameter utama. Parameter pendukung yaitu analisis kimia seperti kandungan nutrisi limbah udang, analisis tanah sebelum pemberian limbah udang dan analisis tanah setelah limbah udang. Parameter utama yaitu adalah mencatat semua nama gulma yang dianalisis vegetasi gulma dan menghitung jumlah gulma yang ditemukan hasil analisis vegetasi gulma. Hasil analisis vegetasi gulma di lahan sawi kemudian diolah untuk menghitung kerapatan gulma, frekuensi gulma, Indeks nilai penting gulma dan Summed Dominance Ratio (SDR). Untuk membandingkan tingkat keberagaman gulma sebelum diberikan pupuk limbah udang dan setelah diberikan pupuk limbah udang maka dihitung Indeks Kemerataan Evenness Indeks kekayaan Margalef, Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener, dan Indeks Kekayaan jenis Sorensen.

Kerapatan Gulma

Kerapatan mutlak gulma

= Jumlah semua jenis gulma pada suatu petak

Kerapatan nisbi gulma

$$= \frac{\text{kerapatan mutlak jenis tertentu}}{\text{jumlah kerapatan mutlak suatu jenis}} \times 100\%$$

Frekuensi Gulma

Frekuensi mutlak gulma

$$= \frac{\text{jumlah petak contoh yang memuat jenis gulma tertentu}}{\text{Total petak contoh}}$$

Frekuensi nisbi gulma

$$= \frac{\text{Frekuensi mutlak jenis tertentu}}{\text{jumlah frekuensi mutlak suatu jenis}} \times 100\%$$

Indeks Nilai Penting Gulma

$$INP = \text{Kerapatan nisbi gulma} + \text{Frekuensi nisbi gulma}$$

Summed Dominance Ratio (SDR) Gulma

Summed Dominance Ratio (SDR)

$$= \frac{\text{indeks nilai penting}}{2}$$

Indeks Kekayaan Margalef

$$R = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Keterangan:

R = Indeks Kekayaan Margalef

S = Total jumlah jenis gulma suatu habitat

N = Total jumlah individu gulma dalam suatu habitat

R < 2,5 = Indeks Kekayaan Margalef termasuk kategori rendah

2,5 < R < 4 = Indeks Kekayaan Margalef termasuk kategori sedang

R > 4 = Indeks Kekayaan Margalef termasuk kategori tinggi

Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

$$H' = \sum_{ni=1}^N (pi)(\ln pi)$$

Keterangan:

Pi = $\sum ni/N$

H' = Indeks Keragaman Shannon-Wiener

ni = Jumlah individu spesies ke-i

N = Total jumlah individu gulma

H' < 1 = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener termasuk kategori rendah

1 < H' < 3 = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener termasuk kategori sedang

H' > 3 = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener termasuk kategori tinggi

Indeks Kemerataan Evenness

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

H' = Nilai Indeks Keragaman Shannon-Wiener

S = Jumlah Spesies

E = Indeks Kemerataan Evenness

Indeks Kekayaan Jenis Sorensen

Indeks Sorensen dilakukan untuk membandingkan jenis gulma sebelum diberikan pupuk limbah udang dan setelah diberikan pupuk limbah udang. Rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{2C}{a + b} \times 100\%$$

Dimana:

S = Indeks Kekayaan Jenis Sorensen

a = Jumlah spesies dalam gulma a

b = Jumlah spesies dalam gulma b

c = Jumlah spesies yang sama pada kedua jenis gulma

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem budidaya tanaman sawi pada areal lahan Kelompok Tani Sinar Harapan adalah dengan menyemai benih sawi hingga berusia 10 HST. Setelah itu bibit tanaman sawi dipindah tanam ke bedengan yang telah disiapkan sebelumnya. Identifikasi gulma dilakukan pada 12 HST setelah tanaman sawi dipindah tanam, pemupukan dilakukan 14 HST setelah tanaman sawi pindah tanam. Identifikasi gulma selanjutnya dilakukan sebelum tanaman sawi dipanen oleh petani Kelompok Tani Sinar Harapan untuk membandingkan spesies gulma sebelum dan sesudah diberikan pupuk limbah udang.

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil analisis kimia tanah sebelum diberikan pupuk memiliki kandungan C-Organik sangat rendah yaitu 0,1, N-Total rendah yaitu 0,19, C/N Ratio sangat rendah yaitu 0,53, P-Bray Tersedia rendah yaitu 5,16 dan K-HCl 25% sedang yaitu 11,45. Pupuk limbah udang diberikan pada tanaman sawi pada 14 HSPT sehingga pada saat panen umur tanaman sawi 35 HSPT dan dilakukan analisis tanah kembali menunjukkan bahwa kandungan bahan organik tanah meningkat menjadi 0,35 masuk kategori sangat rendah, N-Total sedang yaitu 0,32, C/N Ratio sangat rendah yaitu 1,09, P-Bray Tersedia rendah yaitu 9,72 dan K-HCl 25% sangat tinggi yaitu 22,51. Hal ini disebabkan oleh pengaruh pemberian pupuk limbah udang yang cepat terdekomposisi oleh sehingga kandungan unsur hara dapat

meningkat dan cepat diserap oleh tanaman sehingga menjadi lebih subur (Nurcahya *et al.*, 2017)). Pupuk limbah udang berpengaruh terhadap kehadiran gulma di area lahan budidaya tanaman sawi sebagaimana tertera pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa lahan budidaya tanaman sawi sebelum diberikan pupuk limbah udang terdapat 23 spesies gulma yang terdapat pada area budidaya tanaman sawi dengan nilai SDR tertinggi pada gulma *Cyperus iria* sebesar 30,33% dan lahan budidaya tanaman sawi setelah diberikan pupuk limbah udang terdapat 21 spesies gulma yang berbeda dengan nilai SDR tertinggi tetap pada gulma *Cyperus iria* sebesar 21,71%.

Tabel 3. Menyatakan bahwa sebelum pemberian pupuk limbah udang memiliki nilai Indeks Kekayaan Jenis Margalef tergolong kategori sedang yaitu 3,03 dan setelah pemberian pupuk limbah udang memiliki kategori sedang yaitu 2,71. Sebelum pemberian pupuk limbah udang memiliki Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener tergolong kategori sedang yaitu 1,93 dan setelah pemberian pupuk memiliki kategori sedang yaitu 1,94. Kategori sedang pada indeks kekayaan jenis Margalef dan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener hal ini dikarenakan jumlah gulma yang ditemukan di lahan tanaman sawi yang memiliki jumlah gulma yang kategori sedang sehingga keragaman gulmannya termasuk kategori sedang.

Tabel 1. Analisis Kimia Tanah dan Pupuk Limbah Udang
Table 1. Soil Chemical Analysis and Shrimp Waste Fertilizer

Sampel Tanah	C-Organik	N-Total	C/N Ratio	P-Bray Tersedia	K-HCL 25%
Tanah Sebelum Dipupuk	0,10 (sangat rendah)	0,19 (rendah)	0,53 (sangat rendah)	5,16 (rendah)	11,45 (sedang)
Tanah Setelah Dipupuk	0,35 (sangat rendah)	0,32 (sedang)	1,09 (sangat rendah)	9,72 (rendah)	22,51 (sangat tinggi)
Pupuk Limbah Udang	0,71 (sangat rendah)	0,43 (sedang)	1,65 (sangat rendah)	5,41 (rendah)	18,59 (tinggi)

Sumber : Laboratorium Ilmu tanah Universitas Borneo Tarakan 2021. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah Balai Penelitian Tanah 2009.

Source : Soil Science Laboratory, University of Borneo Tarakan 2021. Criteria for Assessment of Results of Soil Analysis, Indonesian Soil Research Institute, 2009.

Tabel 2. Nilai SDR Gulma Sebelum dan Setelah diberikan Pupuk Limbah Udang
 Table 2. Weed SDR Value Before and After Shrimp Waste Fertilizer

No	Sebelum Pemberian Pupuk		Setelah Pemberian Pupuk	
	Nama Gulma	SDR (100%)	Nama Gulma	SDR 100%
1	<i>Cyperus iria</i>	30,33	<i>Cyperus iria</i>	21,71
2	<i>Eleusin indica</i>	12,20	<i>Eleusin indica</i>	14,19
3	<i>Commelina diffusa</i>	2,23	<i>Commelina diffusa</i>	14,51
4	<i>Axonopus compressus</i>	2,22	<i>Axonopus compressus</i>	0,34
5	<i>Digitaria sanguinalis</i>	2,96	<i>Digitaria sanguinalis</i>	1,76
6	<i>Digitaria ishaemum</i>	2,47	<i>Digitaria ishaemum</i>	0,70
7	<i>Setaria pumila</i>	3,90	<i>Setaria pumila</i>	1,02
8	<i>Leptochloa chinensis</i>	1,22	<i>Leptochloa chinensis</i>	1,69
9	<i>Brachiaria eruciformis</i>	0,38	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0,52
10	<i>Lindernia crustacea</i>	2,40	<i>Ludwigia parviflora</i>	1,66
11	<i>Ludwigia parviflora</i>	1,08	<i>Portulaca olareceae</i>	10,49
12	<i>Portulaca olareceae</i>	6,06	<i>Hedyotis corymbosa</i>	3,10
13	<i>Hedyotis corymbosa</i>	8,12	<i>Cleome rutidosperma</i>	0,77
14	<i>Cleome rutidosperma</i>	0,73	<i>Centipida minima</i>	7,33
15	<i>Centipida minima</i>	3,44	<i>Physalis angulata</i>	0,34
16	<i>Phyllanthus niruri</i>	5,71	<i>Ageratum conyzoides</i>	2,21
17	<i>Eclipta prostrata</i>	0,69	<i>Phyllanthus niruri</i>	4,45
18	<i>Moehringia trinervia</i>	2,09	<i>Eclipta prostrata</i>	0,77
19	<i>Amaranthus viridis</i>	9,69	<i>Moehringia trinervia</i>	5,57
20	<i>Prunella vulgaris</i>	0,35	<i>Amaranthus viridis</i>	4,34
21	<i>Cyanthilium cinereum</i>	0,69	<i>Prunella vulgaris</i>	2,55
22	<i>Peperomia pellucida</i>	0,35		
23	<i>Alternanthera sessilis</i>	0,69		
	Jumlah	100	Jumlah	100

Tabel 3. Nilai Indeks Sebelum dan Setelah Pemberian Pupuk Limbah Udang
 Table 3. Index Values Before and After Application of Shrimp Waste Fertilizer

Indeks	Sebelum Diberikan Pupuk	Setelah Diberikan Pupuk
Indeks Kekayaan Jenis Margalef	3,03	2,71
Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener	1,93	1,94
Indeks Kesamaan Jenis Sorensen	81,82	81,82
Indeks Kemerataan Evennes	0,62	0,64

Indeks Kesamaan Jenis Sorensen dengan nilai 81,82%, nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat kesamaan jenis gulma yang ditemukan semakin mirip, semakin tinggi nilai kesamaan jenis gulma yang ditemukan pada tanaman sawi semakin mirip gulma yang ditemukan. Nilai maksimum dari kekayaan jenis yaitu 100% Indeks Kemerataan Evennes sebelum pemberian pupuk yaitu 0.62 dan setelah pemberian pupuk yaitu 0.64.

Limbah udang yang diaplikasikan pada tanaman sawi selain memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sawi juga memberikan pengaruh terhadap kehadiran gulma yang ada pada lahan budidaya

tersebut. Tabel 2. menunjukkan bahwa gulma yang tumbuh sebelum diberikan pupuk limbah udang ada 23 spesies dan setelah diberikan pupuk limbah udang berkurang menjadi 21 spesies. Sementara itu gulma yang mendominasi sebelum diaplikasikan pupuk limbah udang adalah gulma *Cyperus iria* dengan nilai SDR sebesar 30,33% dan setelah diberikan pupuk limbah udang gulma yang mendominasi tetap dari spesies *Cyperus iria*, tetapi nilai SDR nya berkurang dari 30,33% menjadi 21,71%. Menurunnya nilai SDR dari suatu gulma disebabkan oleh nilai kerapatan dan frkuensi dari spesies gulma tersebut juga menurun. Sehingga pernyataan dari (Ock Kim et al.,

2020) terbukti bahwa kandungan metabolit sekunder dari pupuk limbah udang mampu mengurangi organisme pengganggu tanaman salah satunya adalah keberadaan dari gulma pada areal budidaya tanaman sawi. *Cyperus iria* sendiri termasuk ke dalam jenis gulma teki-teki. Jenis gulma tersebut memiliki daya tahan yang kuat dan tergolong ganas meskipun telah dikendalikan secara mekanik (Clements & Ditommaso, 2011).

Nilai kekayaan jenis Margalef dan nilai keragaman Shannon-Wiener sama-sama berkategori sedang, hal ini disebabkan oleh kandungan unsur hara dari pupuk limbah udang yang melimpah sehingga membuat pertumbuhan dan perkembangan gulma menjadi subur dan baik (Nahlunnisa *et al.*, 2016). Menurut (Suryatini, 2018) menyatakan bahwa nilai Indeks Keragaman Shannon-Wiener dengan nilai $H' > 3$ termasuk kategori tinggi, $1 < H' < 3$ termasuk kategori sedang dan $H' < 1$ termasuk kategori rendah, hasil penelitian yang didapatkan yaitu nilai Keragaman Shannon-Wiener sebesar 2,04 dengan kategori sedang. Selain itu Nilai Kekayaan Margalef dengan nilai $R < 2,5$ kategori rendah, nilai $2,5 < R < 4$ kategori sedang dan nilai $R > 4$ kategori tinggi, hasil penelitian didapatkan Nilai Kekayaan Margalef sebesar 3,18 dengan kategori sedang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keragaman dan kekayaan jenis gulma pada suatu areal lahan budidaya tanaman dapat berasal dari ketersediaan hara di tanah dan kondisi lingkungan seperti intensitas kecepatan angin, cahaya matahari, kelembapan, dan suhu. Sementara itu hasil penelitian yang dilakukan oleh (Murti Laksono *et al.*, 2022) di lahan bawang daun yang diberikan pupuk limbah udang mendapatkan nilai Indeks Kesamaan Jenis Sorensen dengan nilai 81,82% dan indeks Kemerataan Evennes sebelum pemberian pupuk yaitu 0.62 dan setelah pemberian pupuk yaitu 0.64. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan di lahan budidaya tanaman sawi


KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa pengaplikasian pupuk limbah udang pada tanaman sawi mempengaruhi keberadaan gulma pada lahan budidaya sawi tersebut. Sebelum diberikan pupuk limbah udang jumlah spesies gulma yang teridentifikasi sebanyak 23 spesies sedangkan setelah diberikan pupuk limbah udang jumlah spesies berkurang menjadi 21 spesies. Berdasarkan hasil perhitungan nilai SDR didapatkan bahwa gulma jenis *Cyperus iria* mendominasi lahan budidaya sawi baik sebelum maupun setelah pemberian pupuk limbah udang, di mana sebelum pemberian limbah udang nilai SDR *Cyperus iria* sebesar 30,33% dan setelah pemberian berkurang menjadi 21,71%. Indeks Kekayaan Jenis Margalef sebelum diberikan pupuk termasuk kategori sedang yaitu 3,03 dan setelah diberikan pupuk dengan kategori sedang yaitu 2,71. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener sebelum diberikan pupuk termasuk kategori sedang yaitu 1,93 dan setelah diberikan pupuk termasuk kategori sedang yaitu 1,94. Indeks Kesamaan Jenis Sorensen dengan nilai 81,82%. Indeks Kemerataan Evennes sebelum diberikan pupuk yaitu 0.62 dan setelah diberikan pupuk yaitu 0.64.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan Lembaga Pengabdian Penelitian Kepada Masyarakat Universitas Borneo Tarakan telah memberikan dana sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Clements, D. R., & Ditommaso, A. (2011).  Climate change and weed adaptation: Can evolution of invasive plants lead to greater range expansion than forecasted? *Weed Research*, 51(3), 227–240. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00850.x>

Hamid, I. (2010). Identifikasi gulma pada

- areal pertanaman cengkeh (*Eugenia aromatica*) di Desa Nalbessy Kecamatan Leksula Kabupaten Buru Selatan. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 3(1), 62. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.3.1.62-71>
- Laude, S., Tambing, Y., Budidaya, J., & Pertanian, F. (2010). Pertumbuhan dan hasil bawang daun (*Allium Fistulosum L.*) pada berbagai dosis pupuk kandang ayam The Growth and Yield of Spring Onion (*Allium Fistulosum L.*) At Various Application of Chicken Manure Doses. *J. Agroland*, 17(2), 144–148.
- Meiflorisa, E. A., Tejasari, T., & Giyarto, G. (2017). Indeks Glikemik Nugget Tempe Sawi Pecay. *Jurnal Agroteknologi*, 11(1), 35. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v11i1.5441>
- Murti Laksono, A., Hasanah, F., Septiawan, R. A., Ifan, E., Lestari, S. A., & Meilina, A. (2022). Pengaruh Sebelum dan Setelah Pemberian Pupuk Limbah Udang pada Tanaman Bawang Daun (*Allium fistulosum L.*) terhadap Kehadiran Gulma. 22(1), 16–23.
- Nahlunnisa, H., Zuhud, E. A. M., & Santosa, D. Y. (2016). Keanekaragaman Spesies Tumbuhan di Areal Nilai Konservasi Tinggi (NKT) Perkebunan Kelapa Sawit Provinsi Riau. *Media Konservasi*, 21(1), 91–98.
- Ock Kim, Y., Mahboob, S., Viayaraghavan, P., Biji, D., Abdullah Al-Ghanim, K., Al-Misned, F., Ahmed, Z., Kwon, J. T., Won Na, S., & Kim, H. J. (2020). Growth promoting activity of *Penaeus indicus* by secondary metabolite producing probiotic bacterium *Bacillus subtilis* isolated from the shrimp gut. *Journal of King Saud University - Science*, 32(2), 1641–1646. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2019.12.023>
- Suryatini, L. (2018). Analisis keragaman dan komposisi gulma pada tanaman padi sawah (Studi Kasus Subak Tegal Kelurahan Paket Agung Kecamatan Buleleng). *Sains Dan Teknologi*, 7(1), 77–89.
- Suwoyo, H. S., Fahrur, M., Makmur, M., & Syah, R. (2016). Pemanfaatan Limbah Tambak Udang Super-Intensif Sebagai Pupuk Organik Untuk Pertumbuhan Biomassa Kelekap Dan Nener Bandeng. *Media Akuakultur*, 11(2), 97–110.
- Syofia, I., Darmawati, J., & Rezeki, I. (2017). Response growth and the production of green bean plant (*Vigna radiata L.*) to the provision of fertilizer bokashi rice straw and fertilizer liquid waste shrimp. 21(1), 104–113.



Karakteristik Pupuk Cair Eco-Enzyme Berbahan Dasar Limbah Sayur dan Buah terhadap Kandungan Nutrisi dan Bahan Organik

Characteristics of Eco-Enzyme Liquid Fertilizer Made from Vegetable and Fruit Waste on Nutrient Content and Organic Matter

Author(s): Ari Istanti^{(1)*}; Aldy Bahaduri Indraloka⁽¹⁾; Sari Wiji Utami⁽¹⁾

⁽¹⁾Politeknik Negeri Banyuwangi

*Corresponding author: ari.istanti@poliwangi.ac.id

Submitted: 21 Oct 2022

Accepted: 15 Feb 2023

Published: 31 Mar 2023

ABSTRAK

Sebanyak 60% sampah yang terbuang di TPA adalah sampah organik, dimana pengelolaan yang buruk dapat menimbulkan banyak masalah. Oleh karena itu perlu suatu langkah memanfaatkan limbah tersebut sebagai produk yang bermanfaat dan mempunyai nilai guna seperti eco-enzyme. Eco-enzyme merupakan fermentasi limbah organik seperti ampas buah dan sayuran, gula dan air yang mengandung berbagai nutrisi penting untuk tanaman seperti N, P, K, dan C-organik. Bentuk eco-enzyme yang berupa cairan membuat aplikasinya sebagai pupuk cair lebih praktis. Pembuatan eco-enzyme sebagai pupuk cair sangat berpeluang untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi bahan ecoenzim yang menghasilkan nutrisi tinggi sebagai pupuk cair. Rancangan penelitian menggunakan RAL 4 perlakuan (sayur + manggis; sayur + jeruk); sayur + buah naga; sayur) dengan 3 ulangan. Perlakuan kombinasi bahan berpengaruh signifikan terhadap semua parameter pengamatan. Perlakuan sayur + jeruk (P2) memberikan hasil nutrisi terbaik secara keseluruhan.

Kata Kunci:

Nilai Guna;
Fermentasi;
Nutrisi;
Organik

Keywords:

Utility;
Fermentation;
Nutrition;
Organic.

ABSTRACT

As much as 60% of the waste in the landfill is organic waste, and poor management of it can cause many problems. Therefore, it is necessary to take a step to utilize the waste as a useful product and have a useful value such as an eco-enzyme. Eco-enzyme is a fermentation of organic waste such as fruit and vegetable pulp, sugar, and water which contains various essential nutrients for plants such as N, P, K, and C-organic. The form of the eco-enzyme, a liquid, makes its application as a liquid fertilizer more practical. Production of eco-enzyme as a liquid fertilizer is very prospective to do. This study aimed to determine the combination of eco-enzyme compositions that resulting high nutrients as liquid fertilizer. The research used RCD 4 treatments (vegetable + mangosteen; vegetable + orange; vegetables + dragon fruit; vegetables) with 3 replications. The composition treatment a have significant effect on all observation parameters. All eco-enzymes have the opportunity to be used as liquid fertilizers, which the use is based on recommendations.

PENDAHULUAN

Produksi komoditas hortikultura Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. sepanjang 2018 produksi buah-buahan mencapai 21,5 juta ton (BPS, 2018), sayuran 13 juta ton (BPS, 2018b), tanaman hias 870 juta tangkai (BPS, 2018b), dan tanaman obat mencapai 676 ribu ton (BPS, 2018a). Sementara itu, kinerja volume ekspor hortikultura pada 2018 mencapai 435 ribu ton, naik 10,36 persen dibanding 2017 sebanyak 394 ribu ton (Kompas, 2019). Produksi hortikultura yang tinggi (BPS, 2021) secara tidak langsung menyumbang angka penimbunan sampah organik dari aktivitas di lahan maupun rumah tangga. Timbunan tersebut berasal dari pemukiman, pasar, taman, drainase, kebun, dan tempat-tempat lain.

Sebanyak 60% sampah yang terbuang di TPA adalah sampah organik, dimana pengelolaan yang buruk dapat menimbulkan banyak masalah (Murray, 2002). Sampah jenis ini tidak bisa langsung dibakar karena biasanya basah, sehingga butuh waktu berhari-hari agar sampah kering dan tidak berbau, padahal sampah jenis ini biasanya dihasilkan setiap hari. Contoh sampah jenis ini misalnya sisa sayur, buah, dan makanan. Oleh karena itu perlu suatu langkah memanfaatkan limbah tersebut sebagai produk yang bermanfaat dan mempunyai nilai guna seperti eco-enzyme. Eco-enzyme adalah hasil fermentasi limbah organik seperti ampas buah dan sayuran, gula (gula coklat, merah, tebu) dan air (BBPP, 2021) yang mengandung berbagai jenis enzim alami seperti hidrolase, amilase, lipase dan protease, mikroflora seperti ragi, jamur, dan bakteri anaerobik, nutrisi penting untuk tanaman seperti N, P, K, dan C-organik (Mavani et al., 2020). Bentuk eco-enzyme yang berupa cairan membuat aplikasinya sebagai pupuk cair lebih praktis. Pembuatan eco-enzyme tidak membutuhkan bak komposter seperti kompos, namun dapat

menggunakan wadah bekas sehingga lebih hemat dan ramah lingkungan.

Melihat permasalahan di atas, produksi eco-enzyme sangat berpeluang untuk dilakukan. Telah dilakukan aplikasi eco-enzyme pada tanaman rumah tangga seperti tanaman hias, akan tetapi kandungan dan komposisi terbaik pembuatan eco-enzim belum diketahui. Dibutuhkan riset mendalam untuk mengetahui kombinasi bahan ecoenzim yang menghasilkan nutrisi yang tinggi sebagai pupuk cair. Penggunaan limbah buah - buahan yang menjadi kearifan lokal masyarakat Banyuwangi serta kesadaran masyarakat akan lingkungan dan gaya hidup sehat menjadi faktor pendukung yang sangat kuat dalam pembuatan eco-enzyme. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komposisi bahan terbaik terhadap nutrisi dan kandungan organik pupuk cair eco-enzyme. Selain itu, studi optimalisasi dan pemanfaatan eco-enzyme sebagai pupuk cair pada tanaman masih sangat jarang dilakukan, sehingga penelitian ini layak dikaji lebih lanjut.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan yaitu ember plastik 5 liter, plastik pembungkus besar, pisau, ph meter, saringan, timbangan digital, botol plastik, corong, kertas label, alat tulis, polibag. Bahan meliputi kulit buah naga merah, kulit manggis, kulit jeruk siam, limbah sayur, gula merah/tetes/molase, air bersih.

Prosedur Percobaan Pembuatan Eco-enzyme

Preparasi dan fermentasi eco-enzyme. Limbah buah dan sayur dipotong-potong berukuran kecil. Perlakuan komposisi bahan yang digunakan adalah limbah sayur sawi + kulit manggis (P1); limbah sayur sawi hijau + kulit jeruk (P2); limbah sayur sawi hijau + kulit buah naga merah (P3);

limbah sayur sawi hijau (P4) Digunakan proporsi takaran 1 : 3 : 10 untuk perbandingan berat bahan yang berasal gula, bahan segar, dan air dengan volume air maksimal 60%. Selanjutnya bahan dimasukkan dengan urutan air, molase, potongan buah dan sayur lalu diaduk merata. Wadah ditutup rapat dan diberi label tanggal pembuatan dan tanggal panen. 1 minggu pertama, wadah dibuka tutupnya untuk membuang gas. Cairan diaduk di hari ke-7 dan hari ke-30. Untuk menghindari kontaminasi, wadah ditempatkan di tempat yang tidak terkena matahari langsung, memiliki sirkulasi udara yang baik, dan jauh dari Wi-Fi, WC, tong sampah, tempat pembakaran sampah, dan bahan-bahan kimia agar tidak terjadi bahaya ledakan akibat proses fermentasi. Setelah 90 hari, eco-enzyme dipanen dan disaring, disimpan di botol plastik tertutup.

Parameter Penelitian

1. Nitrogen (Kjedahl)

Sampel 5 ml ditambahkan H₂SO₄ pekat, didestruksi hingga jernih. Setelah sampel jernih, didinginkan dan didestilasi. Proses destilasi dilakukan dengan menambahkan 20 ml NaOH 50% untuk melepaskan NH₃ yang ditampung dengan larutan asam borat 1%. Sampel yang sudah melalui tahapan destilasi kemudian dititrasi dengan HCL encer (0,05 N) dengan indikator Conway (AOAC, 1999). Kadar N total dihitung dengan rumus:

$$\% N = \frac{(A - B) \times N \text{ HCl} \times 14.008 \times 100}{\text{Volume sampel}}$$

Keterangan:

A = ml 0,02 N HCl yang digunakan untuk titrasi blanko

B = ml 0,02 N HCl yang digunakan untuk titrasi sampel

N = Normalitas HCl

2. Phosphor

Ambil 1 mL ekstrak A (ekstrak jernih) yang diekstrak menggunakan HNO₃ dan HClO₄ lalu dimasukkan ke

dalam labu ukur 25 mL kemudian ditambah aquades hingga tanda batas kemudian dikocok sampai homogen (ekstrak B). Pipet 1 mL ekstrak B ke labu ukur vol 25 mL, begitupun deret standar P ditambah 9 mL pereaksi pembangkit warna ke dalam setiap contoh dan deret standar, dikocok hingga homogen. Biarkan 15 menit, lalu ukur dengan UV-Vis pada panjang gelombang 713 nm (Eviati & Sulaeman, 2009). Perhitungan kadar P sebagai berikut :

$$\text{Kadar P (\%)} = \frac{\text{ppm kurva} \times \text{mL ekstrak}}{1000 \text{ mL} \times 100/\text{ml contoh} \times \text{fp} \times 31/95 \times \text{fk}}$$

Keterangan :

Fk = faktor koreksi kadar air = $100/(100 - \% \text{kadar air})$

Fp = faktor pengenceran

3. Kalium

Ambil 0,5 ml sampel dalam labu Kjeldahl, tambah 5 mL HNO₃ pa dan 0,5 mL HClO₄ pa, dikocok-kocok dan dibiarkan semalam lalu dipanaskan mulai suhu 100°C, setelah uap kuning habis suhu dinaikkan 200°C. Destruksi diakhiri bila sudah keluar uap putih dan cairan dalam labu tersisa 0,5 mL kemudian didinginkan dan diencerkan dengan H₂O dan volume ditepatkan menjadi 50 mL, dikocok hingga homogen dan dibiarkan semalam atau disaring dengan kertas saring W-41 agar didapat ekstrak jernih (ekstrak A). Pipet 1 mL ekstrak A lalu masukkan ke labu ukur 25 mL, tambah aquades hingga tanda batas, kemudian dikocok sampai homogen (ekstrak B). Ukur K dengan menggunakan SSA pada $\lambda = 766,5 \text{ nm}$ dengan deret standar (Fishman, Marvin J and Downs, 1966). Kadar K (%) = ppm kurva x mL ekstrak/1000 mL x 100/ml contoh x fk.

4. C organik

Timbang ± 1 gram sampel, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Tambahkan 5 mL K₂Cr₂O₇ 1 N dan 7,5

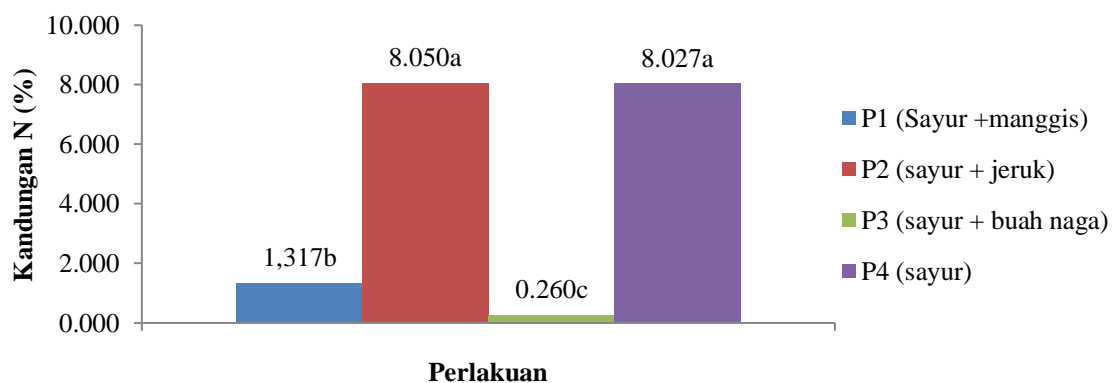
mL H₂SO₄ pekat kemudian diaduk sampai homogen, biarkan 15 menit lalu diaduk kembali dan dibiarkan 15 menit. Selanjutnya encerkan dengan aquadest, kemudian ditanda bataskan. Kocok, dan biarkan semalam. Ukur absorbansi sampel dengan Spektrofotometer VIS pada λ max = 610 nm (Widyabudiningsih et al., 2021).

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 komposisi bahan: limbah sayur sawi hijau + kulit jeruk, limbah sayur + kulit buah naga, limbah sayur+kulit manggis, limbah sayur (kontrol). Dilakukan 3x ulangan sehingga total percobaan berjumlah 12. Data diolah menggunakan ANOVA dan jika beda nyata dilanjutkan dengan uji BNJ taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi eco enzim yang berbeda berpengaruh terhadap kandungan nutrisi N, P dan K eco-enzyme. Pada dasarnya nutrisi awal pada bahan organik (limbah sayur dan

kulit buah) masih berbentuk protein atau organik kompleks. Dengan adanya proses fermentasi anaerob yang berlangsung, terjadi pemecahan organik kompleks menjadi bentuk yang senyawa yang lebih sederhana. Konversi organik kompleks menjadi senyawa sederhana dilakukan oleh bakteri penghasil asam (methanomonas) dan menghasilkan asam asetat (CH₃COOH). Reaksi yang terjadi selanjutnya yaitu bakteri metanogen akan mengkonversikan asam organik menjadi lebih sederhana seperti metana (CH₄), amoniak (NH₃) dan karbondioksida (CO₂) (Putri, 2018). Amonia selanjutnya dapat menjadi substrat nitrifikasi sehingga dihasilkan nitrit yang akhirnya dapat membentuk nitrat. Kandungan nitrogen total yang paling tinggi terdapat pada perlakuan P2 dengan nilai rerata 8,05% (Gambar 1). Hal ini diduga dikarenakan kulit jeruk mempunyai kandungan organik kompleks yang banyak melepaskan amonia, sehingga dapat menjadi substrat pembentukan nitrogen jenis lain



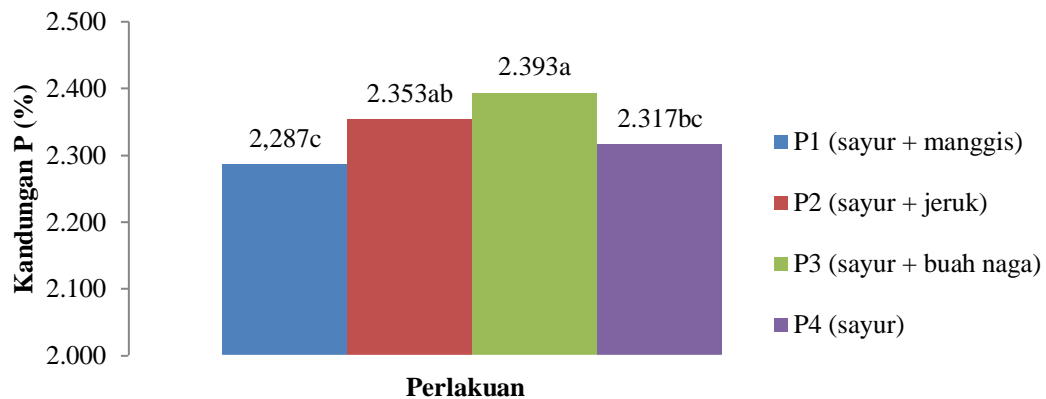
Gambar 1. Kandungan Nitrogen Eco-Enzyme Berdasarkan Komposisi Bahan
 Figure 1. Eco-Enzyme Nitrogen Content Based on Material Composition

Kandungan P tertinggi dimiliki oleh perlakuan P3 dengan nilai rerata 2,395% dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan P2 sebesar 2,353%. Hal ini dikarenakan kulit buah jeruk dan kulit buah naga sama-sama mengandung fosfor, sedangkan kulit buah manggis tidak mempunyai

kandungan fosfor. Kandungan fosfor pada kulit buah naga merah sebesar 30,2 – 36,1 mg. Peneliti menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan hasil yang signifikan dari POC yang menggunakan kombinasi limbah kulit nanas + buah naga dan limbah kulit nanas + limbah kulit buah jeruk.

Rata-rata P tersedia dari campuran kulit buah nanas + kulit buah naga sebesar 0,36 %, sedangkan campuran kulit buah nanas +

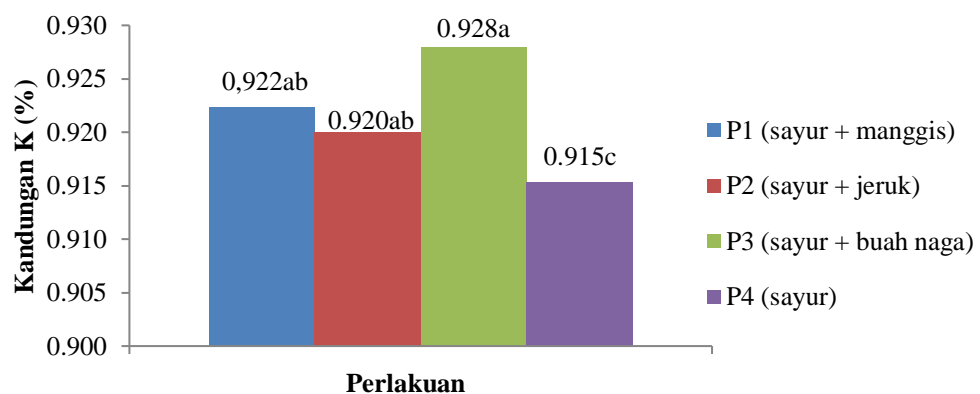
kulit buah jeruk menghasilkan rata - rata P tersedia sejumlah 0,67 % (Marjenah dkk., 2018).



Gambar 2. Kandungan Phosphor Eco-Enzyme Berdasarkan Komposisi Bahan
Figure 2. Phosphorous Eco-Enzyme Content Based on Material Composition

Sedangkan nilai K yang tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dengan nilai rerata 0,928% namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan P1 yaitu 0,922% dan P2 sebesar 0,920 %. Hal ini disebabkan limbah kulit buah yang digunakan diduga juga mempunyai kandungan kalium dasar dalam masing-masing bahan, sehingga menghasilkan kalium tersedia dengan jumlah yang berbeda tidak nyata. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kombinasi limbah kulit

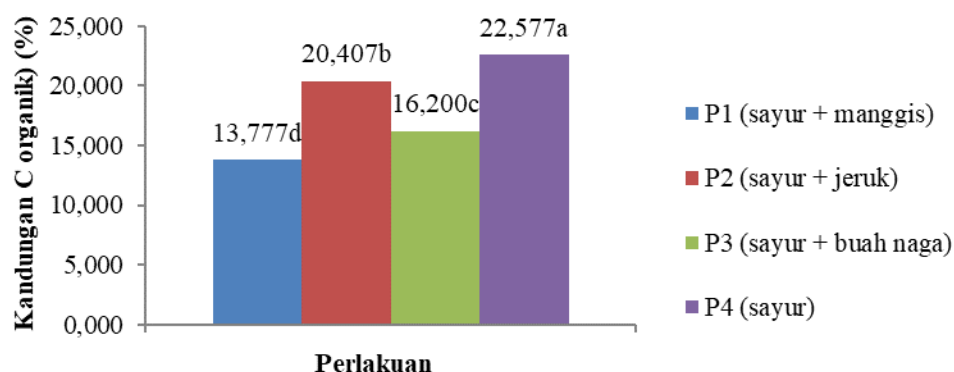
buah nanas + buah naga menghasilkan K tersedia sejumlah rata – rata 0,46 % dan kombinasi limbah kulit buah nanas + kulit jeruk menghasilkan K tersedia sebesar rata – rata 0,37 % (Marjenah dkk., 2017). Sedangkan perlakuan kontrol yang menggunakan sayur sawi hijau saja mempunyai kandungan K terendah diduga dikarenakan tidak mendapatkan kombinasi bahan dari limbah kulit buah yang mempunyai kalium lebih tinggi.



Gambar 3. Kandungan Kalium Eco-Enzyme Berdasarkan Komposisi Bahan
Figure 3. Eco-Enzyme Potassium Content Based on Material Composition

Komposisi pada perlakuan eco enzim yang menghasilkan kandungan C-Organik yang paling tinggi adalah pada perlakuan P4 = sayur hijau (kontrol) dengan rerata 22,57. Semua perlakuan telah memenuhi mutur standar C organik karena mempunyai nilai di atas 10% (Widyabudiningsih dkk., 2021). Kadar C-Organik merupakan faktor penting penentu

kualitas tanah mineral. Semakin tinggi kadar C-Organik total maka kualitas tanah mineral semakin baik. Bahan organik tanah sangat berperan dalam hal memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan aktivitas biologis tanah, serta untuk meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman (Siregar, 2017)



Gambar 4. Kandungan C Organik Eco-Enzyme Berdasarkan Komposisi Bahan
 Figure 4. Content of C Organic Eco-Enzyme Based on Material Composition

Berdasarkan hasil uji nutrisi dasar eco-enzyme, kandungan N yang sangat tinggi (di atas 8%) terdapat pada perlakuan P2 (sayur + jeruk) dan P4 (sayur) (Widyabudiningsih dkk., 2021). Kandungan N yang tinggi pada perlakuan tersebut memungkinkan tanaman terutama sayuran yang membutuhkan N dalam jumlah lebih tinggi dibandingkan jenis tanaman lain lebih sesuai. Tingginya kandungan N di atas standar juga harus disikapi dengan baik ketika POC akan diaplikasikan, salah satunya dengan pengenceran konsentrasi yang butuh untuk dikaji lebih lanjut. Perlakuan P2 juga menghasilkan nutrisi P dan K yang baik dibandingkan perlakuan lain, sehingga secara umum perlakuan ini merupakan perlakuan dengan nutrisi yang paling baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan, dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi bahan eco-enzim berpengaruh terhadap kandungan nutrisi N, P, K, dan C organik
2. Perlakuan P2 (sayur + jeruk) menghasilkan nutrisi terbaik dari segi N, P, dan K serta telah memenuhi standar mutu C organik.

DAFTAR PUSTAKA

- [BBPP] Balai Besar Pelatihan Pertanian. (2021). *Mengenal Eco Enzym Cairan Multi Fungsi*.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2018a). *Produksi Tanaman Biofarmaka (Obat) 2016-2018*.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2018b). *Produksi Tanaman Buah-buahan 2018*.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2018c). *Produksi Tanaman Florikultura (Hias) 2018*.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2018d). *Produksi Tanaman Sayuran 2018*.

- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2021).  *Penduduk Banyuwangi menurut Kecamatan, 1980, 1990, 2000, 2010 dan 2020.*
- Eviati, S., & Sulaeman, M. (2009). Analisis  Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. In *Balai Penelitian Tanah. Bogor* (Vol. 246).
- Fishman, Marvin J and Downs, S. C.  (1966). *Methods for analysis of selected metals in water by atomic absorption.*
- Kompas. (2019). *Komoditas Hortikultura Meningkat, Indonesia Wajib Kuasai Pasar Ekspor.* 
- Marjenah, M., Kustiawan, W., Nurhifitiani, I., Sembiring, K. H. M., & Ediyono, R. P. (2018). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah-Buahan Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik Cair. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 1(2).
- Mavani, H. A. K., Tew, I. M., Wong, L.,  Yew, H. Z., Mahyuddin, A., Ahmad Ghazali, R., & Pow, E. H. N. (2020). Antimicrobial Efficacy of Fruit Peels Eco-Enzyme against *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 5107.
- Murray, R. (2002). *Zero waste.*  Greenpeace Environmental Trust London.
- Putri, N. A. (2018). Pengaruh Lama Fermentasi Pupuk Organik Cair Kombinasi Batang Pisang, Kulit Pisang Dan Buah Pare Terhadap Uji Kandungan Unsur Hara Makro Fosfor (P) dan Kalsium (Ca) Total Dengan Penambahan Bioaktivator EM4. *Universiyas Sanata Dharma. Yogyakarta.*
- Siregar, B. (2017). Analisa kadar C-Organik dan perbandingan C/N tanah di lahan tambak Kelurahan Sicanang Kecamatan Medan Belawan. *Warta Dharmawangsa*, 53.
- Widyabudiningsih, D., Troskialina, L.,  Fauziah, S., Shalihatunnisa, S., Riniati, R., Siti Djena, N., Hulupi, M., Indrawati, L., Fauzan, A., & Abdilah, F. (2021). Pembuatan dan Pengujian Pupuk Organik Cair dari Limbah Kulit Buah-buahan dengan Penambahan Bioaktivator EM4 dan Variasi Waktu Fermentasi. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 4(1), 30–39.



Keterkaitan Umur Panen dan Lama Waktu Curing dengan Produksi dan Mutu Benih Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Galur MTH 15

*The Correlation between Harvest Age and Curing Time with Production and Seed Quality of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) MTH 15 Line*

Author(s): Rahmat Ali Syaban^{(1)*}; Suwardi⁽¹⁾; Sri Rahayu⁽¹⁾; Indrianingsih⁽¹⁾

⁽¹⁾ Politeknik Negeri Jember

* Corresponding author: rahmat_ali@polije.ac.id

Submitted: 13 Oct 2022

Accepted: 1 Feb 2023

Published: 31 Mar 2023

ABSTRAK

Upaya peningkatan produksi dan mutu benih dapat dilakukan dengan menentukan umur panen yang tepat dan penanganan pasca panen berupa curing. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh umur panen dan waktu curing terhadap produksi serta kualitas benih mentimun galur MTH 15. Penelitian ini dilaksanakan di lahan penelitian Research and Development (RD) PT. Aditya Sentana Agro Malang dari bulan September – Desember 2021. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Data berasal dari hasil penelitian dengan mengaplikasikan factor independent yaitu perlakuan pengaruh umur panen dan perlakuan waktu curing terhadap factor dependen yaitu produksi dan mutu benih mentimun. Teknik analisis data menggunakan analisis regresi linier berganda disertai dengan uji parsial (t-test) dan uji serempak (F-test). Proses perhitungan menggunakan SPSS 23.0. Hasil pengujian menunjukkan bahwa umur panen dan waktu curing berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap produksi dan mutu benih mentimun.

Kata Kunci:

umur panen,
curing,
benih
mentimun,
produksi,
mutu.

Keywords:

harvest age,
curing,
cucumber
seeds,
production,
quality.

ABSTRACT

Efforts to increase seed production and quality can be done by determining the right harvest age and post-harvest handling in the form of curing. This study aims to determine the effect of harvesting age and curing time on the production and quality of MTH 15 cucumber seed. This research was conducted in the Research and Development (RD) research area of PT. Aditya Sentana Agro Malang from September - December 2021. This type of research is quantitative research. The data comes from the results of research by applying the independent factors, namely the treatment of the influence of harvest age and the treatment of curing time on the dependent factors, namely the production and quality of cucumber seeds. The data analysis technique uses multiple linear regression analysis accompanied by partial tests (t-test) and simultaneous tests (F-test). The calculation process uses SPSS 23.0. The test results showed that harvesting age and curing time had a positive and significant effect on the production and quality of cucumber seeds.

PENDAHULUAN

Salah satu masalah yang dialami di perusahaan benih untuk memperoleh benih bermutu, khususnya benih mentimun, yaitu adanya ketidakseragaman kualitas benih terkait dengan tingkat kemasakan buah pada saat dipanen, dimana ketika buah mentimun meskipun sudah memasuki umur panen namun belum mencapai masak fisiologis, akibatnya benih yang dihasilkan kualitasnya rendah (kopong dan tidak bernas).

Kesalahan dalam menentukan umur panen yang tepat, buah tanaman yang dipanen bisa terlalu dini atau bahkan terlambat panen, hal ini dapat menyebabkan benih mentimun yang dihasilkan kemungkinan banyak yang belum matang atau kalau terlambat dapat menyebabkan kemunduran benih sekaligus menurunkan mutu benih (Pradnyawati et al., 2019). Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan perlakuan umur panen untuk mengetahui waktu panen yang tepat dan melakukan perlakuan curing setelah panen.

Pada penelitian Wulanangraeni et al. (2016), buah tanaman mentimun yang dipanen pada umur 28 Hari Setelah Polinasi (HSP) memiliki laju perkecambahan mencapai 7,29% dengan nilai daya berkecambah 90,50 % lebih tinggi daripada buah mentimun yang dipanen pada umur 38 HSP dengan nilai daya berkecambah 87,50%. Hasil penelitian lainnya, Oktaviana et al. (2016) menemukan bahwa umur panen 28 HSP mampu menghasilkan nilai daya berkecambah sebesar 82,50% dan nilai kecepatan tumbuh benih mencapai 35,22%.

Sedangkan kegiatan curing yaitu perlakuan pasca panen berupa kegiatan menyimpan buah setelah dipanen pada suhu ruang selama beberapa hari dengan tujuan memudahkan terlepasnya biji dari daging buah pada saat ekstraksi dan diharapkan dapat meningkatkan kematangan masak fisiologis dari benih sehingga

cadangan makanan pada benih terpenuhi sehingga benih mempunyai vigor dan viabilitas yang tinggi (Samad, 2006). Selanjutnya menurut Samad (2006) proses curing dapat memberikan keuntungan lain yaitu dapat menurunkan kadar air. Menurunnya kadar air selama proses curing dapat membuat benih lebih tahan lama selama masa penyimpanan. Selanjutnya menurut Tefa (2017), kadar air yang rendah mampu meningkatkan potensi tumbuh maksimum dari suatu benih hingga 100%. Dengan demikian, dari proses curing dapat meningkatkan kematangan fisiologis dan menghasilkan benih yang bernas. Dalam penelitian Cahyadiati & Ashari (2019), waktu curing selama 4 hari dapat meningkatkan nilai rendemen benih melon sebesar 0,67% lebih tinggi daripada buah melon yang hanya dicuring selama 1 hari.

Kematangan benih berhubungan erat dengan daya berkecambah dari benih. Daya berkecambah akan semakin meningkat dengan bertambahnya kematangan suatu benih, jika kematangan fisiologis benih telah tercapai, maka dapat meningkatkan perkecambahan sampai angka maksimum 100%, namun setelah melewati fase itu kecepatan daya berkecambah akan kembali menurun, sehingga diperlukan penanganan pada umur panen dan lamanya waktu curing yang tepat pada buah mentimun untuk mencapai kematangan fisiologis dari buah yang dipanen dan untuk menghasilkan benih yang bermutu dengan daya berkecambah dan vigor yang tinggi.

Berdasarkan latar belakang, maka perlu dilakukan penelitian untuk menguji keterkaitan antara umur panen dan lama curing dengan produksi dan mutu benih mentimun (*Cucumis sativus* L.) Galur MTH 15. Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis pengaruh variabel umur panen terhadap produksi dan mutu benih mentimun (*Cucumis sativus* L.) Galur MTH 15

2. Untuk menganalisis pengaruh lama waktu curing terhadap produksi dan mutu benih mentimun (*Cucumis sativus* L.) Galur MTH 15
3. Untuk menganalisis pengaruh kombinasi perlakuan umur panen dan lama waktu curing terhadap produksi dan mutu benih mentimun (*Cucumis sativus* L.) Galur MTH 15

Dalam penelitian ini ditentukan hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis 1

1. Ho: $b = 0$ (tidak ada pengaruh umur panen terhadap produksi dan mutu benih mentimun)
2. H1: $b \neq 0$ (ada pengaruh umur panen terhadap produksi dan mutu benih mentimun)

Hipotesis 2

1. Ho: $b = 0$ (tidak ada pengaruh waktu curing terhadap produksi dan mutu benih mentimun)
2. H1: $b \neq 0$ (ada pengaruh waktu curing terhadap produksi dan mutu benih mentimun)

Hipotesis 3

1. Ho: $b = 0$ (tidak ada pengaruh umur panen dan waktu curing terhadap produksi dan mutu benih mentimun)

H1: $b \neq 0$ (ada pengaruh umur panen dan waktu curing terhadap produksi dan mutu benih mentimun)

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di lahan penelitian *Research and Development* (RND) PT. Aditya Sentana Agro dengan alamat Jl. Zentana No. 87, Dusun Krajan, Desa Ngijo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan mulai September – Desember 2021.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah cangkul, pH meter, tugal, timbangan analitik, timba, pinset, staples, germinator, gunting, sprayer/knapsack, tray pengeringan benih, timbangan digital, pelubang mulsa, media

persemaian, dan gembor. Sedangkan, bahan yang digunakan adalah benih mentimun Galur MTH 15, pupuk kandang ayam, pupuk NPK 16-16-16, pupuk SP-36, Mulsa Plastik Hitam Perak, label pengamatan, ajir, kertas uji daya berkecambah, kertas sungkup, *cocopeat*, pestisida dan tali PE.

Prosedur penelitian yang dilakukan meliputi persiapan lahan, penyemaian benih, pemasangan mulsa dan pembuatan lubang tanam, penanaman dan penyulaman, pemeliharaan (pemupukan, pengendalian organisme pengganggu tanaman), roguing panen, (30 dan 33 hari setelah polinasi), serta curing (pada: 0 hari, 2 hari, dan 4 hari). Pengamatan dilakukan pada parameter berat benih per buah (g), jumlah benih per buah, daya berkecambah (%), berat 1000 butir (g) dan kecepatan tumbuh benih (%).

Data dianalisis menggunakan analisis regresi linier berganda disertai dengan uji parsial (t-test) dan uji serempak (F-test) dengan alat bantu SPSS (Statistical Product and Service Solution) versi 23. Analisis regresi linear berganda digunakan untuk melakukan prediksi bagaimana perubahan nilai variabel dependen bila nilai dua atau lebih variabel independent sebagai prediktor dinaikkan atau diturunkan nilainya (dimanipulasi). Analisis regresi linear berganda digunakan untuk memperoleh gambaran yang menyeluruh mengenai pengaruh antara variabel independen (Umur Panen dan Waktu Curing) terhadap variabel dependen (Produksi dan Mutu Benih). Koefisien determinasi (R^2) pada intinya mengukur seberapa besar kemampuan model dalam menerangkan variabel dependen. Nilai adjusted R^2 yang semakin besar atau mendekati 1 berarti variabel-variabel bebas (X) mampu memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel terikat (Y). Begitu sebaliknya Nilai adjusted R^2 yang semakin kecil berarti dapat dikatakan

pengaruh variabel bebas (X) adalah kecil terhadap variabel terikat (Y) independen

HASIL DAN PEMBAHASAN
Keterkaitan Waktu Panen dan Lama Curing dengan Berat Benih per Buah

Berdasarkan hipotesis pertama, faktor waktu panen dan lama curing memiliki keterkaitan dengan berat benih per buah. Setelah dilakukan pengujian dan analisis data diperoleh hasil yang menyatakan bahwa faktor waktu panen dan lama curing memiliki keterkaitan yang signifikan terhadap berat benih per buah terbukti kebenarannya atau H_1 diterima. Nilai-nilai hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa sig waktu panen yaitu $0.007 < 0.05$, hal ini juga terlihat dari nilai $t_{hit} 2.962 > t_{tab} 2.413$ yang menunjukkan bahwa waktu panen berpengaruh nyata terhadap berat benih per buah, sehingga koefisien regresi signifi-

kan, sedangkan waktu curing nilai sig-nya $0.576 > 0.05$ dan $t_{hit} 0.576 < t_{tab} 2.413$ yang berarti perlakuan lama curing berpengaruh tidak nyata (ns) terhadap berat benih per buah. Untuk melihat pengaruh interaksi atau pengaruh simultan antara dua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan output Tabel 2, diketahui nilai signifikansi untuk pengaruh waktu panen dan lama curing secara simultan adalah $0.023 < 0.05$ dan nilai F_{hit} sebesar $4.548 > F_{F_{tab}} 3.466$ sehingga dapat disimpulkan bahwa umur panen dan waktu curing secara bersama-sama berpengaruh terhadap berat benih per buah.

Berdasarkan output pada Tabel 3 diketahui nilai R^2 sebesar 0.302 hal ini mengandung arti bahwa variabel lama curing dan waktu panen secara simultan mempunyai pengaruh terhadap berat benih perbuah sebesar 30.2 %.

Tingkat kemasakan fisiologis suatu benih dapat diperoleh dengan pemilihan umur

Tabel 1. Hasil analisis regresi linear berganda pada waktu panen dan lama curing terhadap berat benih per buah

Table 1. Results of multiple linear regression analysis of harvest time and curing period on seed weight per fruit

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	3.972	0.528		7.526	0
1 Waktu panen	0.782	0.264	0.54	2.962	0.007
Lama curing	0.092	0.162	0.104	0.569	0.576

Keterangan: Dependent Variabel = berat benih per buah

Notes: Dependent Variable = seed weight per fruit

Tabel 2. Hasil ANOVA pada waktu panen dan lama curing terhadap berat benih per buah

Table 2. Results of ANOVA of harvest time and curing period on seed weight per fruit

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	3.801	2	1.901	4.548	0.023 ^b
Residual	8.775	21	0.418		
Total	12.576	23			

Keterangan: a = Dependent Variabel: berat benih per buah, b = Predictors: Constant, lama curing, waktu panen

Notes: a = Dependent Variable: seed weight per fruit, b = Predictors: Constant, curing period, harvest time

Tabel 3. Hasil analisis koefisien determinasi (R^2) pada waktu panen dan lama curing terhadap berat benih per buah

Table 3. Results of coefficient of determination (R^2) analysis of harvest time and curing time on seed weight per fruit

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.550 ^a	0.302	0.236	0.64641

Keterangan: Predictors = Constant, lama curing, waktu panen

Notes: Predictors = Constant, curing period, harvest time

panen yang tepat. Semakin lama umur panen menandakan bahwa benih tersebut sudah masak fisiologis dan cadangan makanan pada benih terpenuhi sehingga berat benih menjadi tinggi. Dalam penelitian yang dilakukan penulis, perlakuan umur panen berpengaruh terhadap berat benih. Hal ini sesuai dengan penelitian Wulananggraeni et al. (2016) yang menemukan bahwa tingkat kemasakan buah berpengaruh sangat nyata terhadap parameter kualitas benih yang dapat dilihat melalui ukuran dan berat biji mentimun, hal ini menunjukkan bahwa berat benih dalam setiap buah tanaman mentimun meningkat seiring dengan tingkat kematangan buah, semakin lama umur panen maka semakin tinggi pula tingkat kematangan fisiologis suatu benih sehingga ukuran benih meningkat dan berat benih juga meningkat. Selain itu tingkat kematangan fisiologis benih yang berkorelasi positif terhadap berat benih juga dapat menjadi komponen output hasil budidaya tanaman untuk mencapai produktivitas yang tinggi. Menurut Hartatik et al. (2021), produksi benih mentimun suri dapat dinilai berdasarkan karakter fisiologis yang ada dalam benih tersebut serta persentase kandungan isi yang ada di dalam benih. Menurut Azmi et al. (2017), tingginya berat benih dari suatu tanaman dapat diperoleh ketika nutrisi yang diserap oleh tanaman berkembang lebih banyak untuk pengisian biji daripada perkembangan daging buah. Benih yang memiliki berat benih yang tinggi layak untuk dikembangkan, adaptasi tanaman mentimun Galur MTH 15 terhadap lingkungan mampu

menghasilkan berat benih yang cukup tinggi pada umur panen 33 HSP dengan berat sebesar 5,72 g dibanding umur panen 30 HSP sebesar 4,95 g. Hal ini sejalan dengan penelitian Gupta et al. (2021) yang menemukan bahwa pemilihan umur panen yang tepat disertai dengan pematangan buah setelah pasca panen secara signifikan dapat mempengaruhi perkembangan dan hasil komponen yang ada di dalam benih (Sharma & Pal, 2016).

Keterkaitan Waktu Panen dan Lama Curing dengan Jumlah Benih Per buah

Berdasarkan hipotesis kedua, faktor waktu panen dan lama curing memiliki keterkaitan dengan jumlah benih per buah. Setelah dilakukan pengujian dan analisis data diperoleh hasil yang menyatakan bahwa faktor waktu panen dan lama curing memiliki keterkaitan yang signifikan terhadap jumlah benih per buah terbukti kebenarannya atau H_1 diterima. Data output hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa sig waktu panen yaitu $0.574 > 0.05$, hal ini juga terlihat dari nilai $t_{hit} 0.571 < t_{tab} 2.413$ sehingga koefisien regresi non signifikan (ns), artinya menunjukkan bahwa waktu panen tidak berpengaruh terhadap jumlah benih per buah, sedangkan waktu curing nilai sig-nya $0.003 < 0.05$ dan $t_{hit} 3.378 > t_{tab} 2.413$ yang berarti perlakuan lama curing berpengaruh nyata terhadap jumlah benih per buah.

Untuk melihat pengaruh interaksi atau pengaruh simultan antara dua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan output Tabel 5, diketahui nilai signifikansi untuk pengaruh waktu panen dan lama curing secara simultan adalah $0.009 < 0.05$ dan nilai F_{hit} sebesar $5.868 > F_{tab}$ 3.466 sehingga H_1 diterima dan dapat disimpulkan bahwa umur panen dan waktu curing secara bersama-sama berpengaruh terhadap jumlah

lah benih per buah, kondisi ini ditegaskan lagi pada Tabel 6 Model Summary.

Dari Tabel 6 terlihat bahwa nilai R squarenya sebesar 0.359, hal ini mengandung arti bahwa variabel lama curing dan waktu panen secara simultan mempunyai pengaruh terhadap jumlah benih per buah sebesar 35,9 %. Sedangkan sisanya

Tabel 4. Hasil analisis regresi linear berganda pada waktu panen dan lama curing terhadap jumlah benih per buah

Table 4. Results of multiple linear regression analysis of harvest time and curing period on number of seeds per fruit

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	161.721	20.129		8.034	0
1 Waktu panen	5.750	10.065	0.100	0.571	0.574
Lama curing	20.819	6.163	0.590	3.378	0.003

Keterangan: Dependent Variabel = jumlah benih per buah

Notes: Dependent Variable = number of seed per fruit

Tabel 5. Hasil ANOVA pada waktu panen dan lama curing terhadap jumlah benih per buah

Table 5. Results of ANOVA of harvest time and curing period on number of seeds per fruit

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	7133.101	2	3566.550	5.868	0.009 ^b
Residual	12763.453	21	607.783		
Total	19896.553	23			

Keterangan: a = Dependent Variabel: jumlah benih per buah, b = Predictors: Constant, lama curing, waktu panen

Notes: a= Dependent Variable: Number of per fruit, b =Predictors: Constant, curing period, harvest time

Tabel 6. Hasil analisis koefisien determinasi (R^2) pada waktu panen dan lama curing terhadap jumlah benih per buah

Table 6. Results of coefficient of determination (R^2) analysis of harvest time and curing time on number of seed per fruit

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.599 ^a	0.359	0.297	24.65326

Keterangan: Predictors = Constant, lama curing, waktu panen

Notes: Predictors = Constant, curing period, harvest time

dipengaruhi oleh faktor yang lain. Dalam hal ini diduga karena benih yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh komponen dalam benih terbentuk secara optimal melalui perlakuan di atas, maka benih tersebut akan menghasilkan kondisi benih yang kuat (Wicaksana & Sulistyono, 2017).

Keterkaitan Waktu Panen dan Lama Curing dengan Daya Kecambah

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis keterkaitan faktor waktu panen dan lama curing dengan daya kecambah benih, diperoleh hasil yang menyatakan bahwa faktor waktu panen dan lama curing

memiliki keterkaitan yang signifikan dengan daya kecambah benih terbukti kebenarannya atau H_1 diterima. Data output hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 7, Tabel 8 dan Tabel 9.

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa sig waktu panen yaitu $0.009 < 0.05$, hal ini juga terlihat dari nilai $t_{hit} 2.895 > t_{tab} 2.413$

yang menunjukkan bahwa waktu panen berpengaruh sangat nyata terhadap daya kecambah benih, sehingga koefisien regresi sangat signifikan, sedangkan waktu curing nilai sig-nya $0.027 < 0.05$ dan $t_{hit} 2.382 < t_{tab} 2.413$ yang berarti perlakuan lama curing berpengaruh nyata terhadap daya kecambah benih atau signifikan.

Tabel 7. Hasil analisis regresi linear berganda pada waktu panen dan lama curing terhadap daya kecambah

Table 7. Results of multiple linear regression analysis of harvest time and curing period on germination percentage

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	89.813	1.843		48.743	0
1 Waktu panen	2.667	0.921	0.489	2.895	0.009
Lama curing	1.344	0.564	0.402	2.382	0.027

Keterangan: Dependent Variabel = daya kecambah
Notes: Dependent Variable = germination percentage

Secara umum pada umur panen 33 HSP menghasilkan daya berkecambah terbaik mencapai 98,13%. Hasil ini sesuai dengan penelitian Rahmatan et al. (2015) yang menyatakan bahwa mentimun yang dipanen pada umur 40 HSP merupakan perlakuan terbaik daripada mentimun yang dipanen pada umur 50 HSP dan 60 HSP, hal tersebut dikarenakan benih pada tingkat kematangan tersebut matang secara fisiologis, sehingga bijinya memiliki sumber makanan yang sangat baik untuk mendukung pertumbuhan kecambah matang secara fisiologis. Benih yang dipanen tepat saat matang fisiologis memiliki nilai viabilitas yang tinggi, sedangkan benih yang sudah melewati masak fisiologis memiliki viabilitas yang rendah, semakin lama benih dibiarkan masak maka seiring waktu viabilitas benih tersebut akan ikut menurun. Hal yang sama juga terjadi dalam penelitian Cahya et al. (2014) bahwa nilai daya berkecambah pada tanaman *Cucurbitaceae* meningkat pada umur 50 HSP kemudian seiring waktu menurun pada umur 55 HSP dan 60 HSP, hal ini diduga karena dipengaruhi oleh ketersediaan bahan

makanan dalam benih, potensi tumbuh, serta aktivitas kimia dalam benih.

Pada perlakuan curing 2 hari memiliki nilai daya berkecambah paling tinggi, hal ini diduga bahwa telah terjadi peningkatan cadangan makanan selama waktu curing 2 hari, kemudian kembali menurun pada waktu curing 4 hari. Hal tersebut diduga karena terjadinya respirasi selama proses pematangan buah pasca panen.

Kandungan nutrisi yang ada dalam suatu benih digunakan sebagai cadangan makanan untuk benih tumbuh. Semakin tinggi cadangan makanan dalam benih maka viabilitas dan vigor benih akan tinggi pula yang dapat dilihat dari daya berkecambahnya (Valverde-Miranda et al., 2021). Buah non-klimaterik meskipun sudah dipanen masih mengalami proses pematangan dengan menghasilkan hormon etilen selama proses respirasi yang membantu tingkat kematangan buah, hal ini mempengaruhi penyimpanan nutrisi dan pembentukan embrio dalam biji (Cahyadiati & Ashari, 2019). Kandungan senyawa yang ada pada buah berupa

senyawa antosianin dan flavonoid lain seperti flavanon, flavon, dan flavonol pada buah jeruk dapat ditingkatkan dengan perlakuan curing pada suhu 37°C selama curing 3 hari, hal tersebut dapat meningkatkan kualitas buah (Carmona et al., 2021).

Untuk melihat pengaruh interaksi atau pengaruh simultan antara dua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 8.

Berdasarkan output Tabel 8, diketahui nilai signifikansi untuk pengaruh waktu panen dan lama curing secara simultan adalah $0.005 < 0.05$ dan nilai F_{hit} sebesar $7.026 > F_{tab}$ 3.466 sehingga H_1 diterima dan dapat disimpulkan bahwa umur panen dan waktu curing secara bersama-sama berpengaruh terhadap daya kecambah benih. Lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel 9 untuk melihat besarnya nilai linieritas.

Dari output pada Tabel 9, dapat dilihat bahwa nilai R squarenya sebesar 0.401, hal ini mengandung arti bahwa waktu panen dan variabel lama curing secara simultan mempunyai pengaruh terhadap daya kecambah benih sebesar 40,1 % sedangkan sisanya dipengaruhi oleh sebab-sebab lain.

Dengan waktu panen yang tepat dan waktu curing yang sesuai menyebabkan tingkat kematangan buah menjadi optimal. Kematangan buah dengan endosperma yang cukup banyak pada benih yang menjadikan alasan benih tersebut dapat berkecambah dengan baik (Pramono & Rustam, 2017)

Berdasarkan output analisis pada hipotesis keempat, faktor waktu panen dan lama curing memiliki keterkaitan dengan berat 1000 benih. Setelah dilakukan pengujian dan analisis data diperoleh hasil yang menyatakan bahwa faktor waktu panen dan lama curing memiliki keterkaitan yang signifikan terhadap berat 1000 benih terbukti kebenarannya. Hal ini bisa dilihat pada Tabel 10, Tabel 11 dan Tabel 12.

Berdasarkan output data pada Tabel 10 terlihat bahwa sig waktu panen yaitu $0.005 < 0.05$ menunjukkan bahwa waktu panen berpengaruh nyata terhadap berat 1000 butir benih, hal ini juga terlihat dari nilai t_{hit} 3.171 $>$ t_{tab} 2.413 sehingga koefisien regresi signifikan, demikian pula lama curing nilai sig-nya $0.002 < 0.05$ dan t_{hit} 3.564 $>$ t_{tab} 2.413 yang berarti perlakuan lama curing berpengaruh nyata terhadap berat 1000 benih.

Hal ini diduga bahwa waktu panen yang tepat telah menghasilkan benih dengan tingkat masak fisiologis benih yang optimal, demikian juga dengan waktu curing, karena selama penyimpanan terjadi penambahan cadangan makanan sehingga berpengaruh terhadap berat 1000 benih.

Untuk melihat pengaruh interaksi atau pengaruh simultan antara dua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 11.

Dari output pada Tabel 9, dapat dilihat bahwa nilai R squarenya sebesar 0.401, hal ini mengandung arti bahwa waktu panen dan variabel lama curing secara simultan mempunyai pengaruh terhadap

Keterkaitan Waktu Panen dan Lama Curing dengan Berat 1000 butir

Tabel 8. Hasil ANOVA Pada Waktu Panen Dan Lama Curing Terhadap Daya Kecambah
 Table 8. Results of ANOVA of harvest time and curing period on germination percentage

	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	71.557	2	35.779	7.026	0.005 ^b
	Residual	106.943	21	5.093		
	Total	178.500	23			

Keterangan: a = Dependent Variabel: Daya Kecambah, b = Predictors: Constant, lama curing, waktu panen
 Notes: a: Dependent Variable: germination percentage, b : Predictors: Constant, curing period, harvest time

Tabel 9. Hasil analisis regresi linear berganda pada waktu panen dan lama curing terhadap daya kecambah

Table 9. Results of multiple linear regression analysis of harvest time and curing period on germination percentage

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.633 ^a	0.401	0.344	2.25666

Keterangan: Predictors = Constant, lama curing, waktu panen

Notes: Predictors = Constant, curing period, harvest time

daya kecambah benih sebesar 40,1 % sedangkan sisanya dipengaruhi oleh sebab-sebab lain.

Dengan waktu panen yang tepat dan waktu curing yang sesuai menyebabkan tingkat kematangan buah menjadi optimal. Kematangan buah dengan endosperma yang cukup banyak pada benih yang menjadikan alasan benih tersebut dapat berkecambah dengan baik (Pramono & Rustam, 2017)

Keterkaitan Waktu Panen dan Lama Curing dengan Berat 1000 butir

Berdasarkan output analisis pada hipotesis keempat, faktor waktu panen dan lama curing memiliki keterkaitan dengan berat 1000 benih. Setelah dilakukan pengujian dan analisis data diperoleh hasil yang menyatakan bahwa faktor waktu panen dan lama curing memiliki keterkaitan yang signifikan terhadap berat 1000 benih terbukti kebenarannya. Hal ini bisa dilihat pada Tabel 10, Tabel 11 dan Tabel 12.

Berdasarkan output data pada Tabel 10 terlihat bahwa sig waktu panen yaitu $0.005 < 0.05$ menunjukkan bahwa waktu

panen berpengaruh nyata terhadap berat 1000 butir benih, hal ini juga terlihat dari nilai $t_{hit} 3.171 > t_{tab} 2.413$ sehingga koefisien regresi signifikan, demikian pula lama curing nilai sig-nya $0.002 < 0.05$ dan $t_{hit} 3.564 > t_{tab} 2.413$ yang berarti perlakuan lama curing berpengaruh nyata terhadap berat 1000 benih.

Hal ini diduga bahwa waktu panen yang tepat telah menghasilkan benih dengan tingkat masak fisiologis benih yang optimal, demikian juga dengan waktu curing, karena selama penyimpanan terjadi penambahan cadangan makanan sehingga berpengaruh terhadap berat 1000 benih.

Untuk melihat pengaruh interaksi atau pengaruh simultan antara dua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 11.

Berdasarkan output Tabel 11 diketahui nilai signifikansi untuk pengaruh waktu panen dan lama curing secara simultan adalah $0.000 < 0.05$ dan nilai F_{hit} sebesar $11.379 > F_{tab} 3.466$ sehingga H_1 diterima dan dapat disimpulkan bahwa umur panen dan waktu curing secara bersama-sama berpengaruh terhadap berat 1000 benih.

Tabel 10. Hasil analisis regresi linear berganda pada waktu panen dan lama curing terhadap berat 1000 butir

Table 10. Results of multiple linear regression analysis of harvest time and curing period on weight of 1000 seed

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	23.483	0.447		52.566	0
1 Waktu panen	0.708	0.223	0.479	3.171	0.005
Lama curing	0.488	0.137	0.539	3.564	0.002

Keterangan: Dependent Variabel = berat 1000 butir

Notes: Dependent Variable = weight of 1000 seed

Tabel 11. Hasil ANOVA Pada Waktu Panen Dan Lama Curing Terhadap Berat 1000 Butir
 Table 11. Results of ANOVA of harvest time and curing period on weight of 1000 seed

	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6.813	2	3.406	11.379	0.000 ^b
	Residual	6.287	21	0.299		
	Total	13.100	23			

Keterangan: a = Dependent Variabel: Berat 1000 Butir, b = Predictors: Constant, lama curing, waktu panen
 Notes: a = Dependent Variable: weight of 1000 seed, b = Predictors: Constant, curing period, harvest time

Dari output nilai data pada Tabel 12 dapat dilihat bahwa nilai R squarenya sebesar 0.520, hal ini mengandung arti bahwa variabel lama curing dan waktu panen secara simultan mempunyai pengaruh terhadap berat 1000 benih sebesar 52,0 %.

Rerata berat 1000 butir terbaik terdapat pada perlakuan P₂C₂ (umur panen 33 HSP dan waktu curing 2 hari), hal ini diduga karena pada umur panen tersebut benih tanaman mentimun memiliki ukuran benih yang cukup besar diikuti kandungan cadangan makanan yang ada di dalam benih tersebut, selain itu proses pematangan pasca panen melalui curing 2 hari membantu secara optimal pematangan fisiologis benih mentimun Galur MTH 15. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh (Cahyadiati & Ashari, 2019) dimana berat 1000 butir dipengaruhi oleh umur panen dan ukuran benih yang dihasilkan. Menurut Cahya et al. (2014), ketika ada dua kelompok benih dengan jumlah yang sama namun salah satunya lebih berat artinya salah satu kelompok benih tersebut lebih berat, demikian juga

dengan hasil penelitian Pramono & Rustam (2017), yang menemukan ketika benih sudah matang secara fisiologis maka konsentrasi protein dalam benih meningkat dan hal tersebut ditunjukkan sesuai dengan hasil penelitiannya, rata-rata berat 1000 butir yang lebih tinggi. Lebih lanjut disampaikan oleh Maulidah & Ashari (2017) bahwa saat mencapai masak fisiologis, benih memiliki ukuran yang besar dan berat benih yang tinggi karena cadangan makanan benih mencapai puncaknya.

Keterkaitan Waktu Panen dan Lama Curing dengan Kecepatan Tumbuh

Berdasarkan analisis data pada hipotesis kelima, faktor waktu panen dan lama curing memiliki keterkaitan dengan kecepatan tumbuh benih. Setelah dilakukan pengujian dan analisis data diperoleh hasil yang menyatakan bahwa faktor waktu panen dan lama curing memiliki keterkaitan yang signifikan terhadap daya kecambah benih terbukti kebenarannya atau H₁ diterima. Hal ini bisa dilihat pada Tabel 13, Tabel 14 dan Tabel 15.

Tabel 12. Hasil analisis koefisien determinasi (R²) pada waktu panen dan lama curing terhadap berat 1000 butir

Table 12. Results of coefficient of determination (R²) analysis of harvest time and curing time on weight of 1000 seed

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.721 ^a	0.520	0.474	0.54714

Keterangan: Predictors = Constant, lama curing, waktu panen
 Notes: Predictors = Constant, curing period, harvest time

Tabel 13 Hasil analisis regresi linear berganda pada waktu panen dan lama curing terhadap kecepatan tumbuh

Table 13 Results of multiple linear regression analysis of harvest time and curing period on germination speed

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	21.123	1.061		19.914	0
1 Waktu panen	2.117	0.530	0.647	3.991	0.001
Lama curing	-0.353	0.325	-0.176	-1.085	0.290

Keterangan: Dependent Variable = kecepatan tumbuh

Notes: Dependent Variable = germination speed

Tabel 14. Hasil ANOVA pada waktu panen dan lama curing terhadap kecepatan tumbuh

Table 14. Results of ANOVA of harvest time and curing period on germination speed

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	28.870	2	14.435	8.554	0.002 ^b
Residual	35.438	21	1.688		
Total	64.308	23			

Keterangan: a = Dependent Variable: kecepatan tumbuh, b = redictors: Constant, lama curing, waktu panen

Notes: a = Dependent Variable: germination speed, b = Predictors: Constant, curing period, harvest time

Tabel 15. Hasil analisis koefisien determinasi (R^2) pada waktu panen dan lama curing terhadap kecepatan tumbuh

Table 15. Results of coefficient of determination (R^2) analysis of harvest time and curing time on germination speed

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.670 ^a	0.449	0.396	1.29906

Keterangan: Predictors = Constant, lama curing, waktu panen

Notes: Predictors = Constant, curing period, harvest time

Berdasarkan output pada Tabel 13 terlihat bahwa sig waktu panen yaitu $0.001 < 0.05$, hal ini juga terlihat dari nilai $t_{hit} 3.991 > t_{tab} 2.413$ menunjukkan bahwa waktu panen berpengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh, sehingga koefisien regresi signifikan, sedangkan waktu curing nilai sig-nya $0.290 > 0.05$ dan $t_{hit} -1.085 < t_{tab} 2.413$ yang berarti perlakuan lama curing tidak berpengaruh terhadap kecepatan tumbuh (ns).

Pada data hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan umur panen menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap parameter uji kecepatan tumbuh benih dimana semakin lama umur panen yaitu pada perlakuan umur panen 33 HSP kecepatan tumbuh benih juga semakin

meningkat, Untuk melihat pengaruh interaksi atau pengaruh simultan dapat dilihat pada Tabel 14 di bawah.

Berdasarkan output Tabel 14, diketahui nilai signifikansi untuk pengaruh waktu panen dan lama curing secara simultan adalah $0.002 < 0.05$ dan nilai F_{hit} sebesar $8.554 > F_{tab} 3.466$ sehingga H_1 diterima dan dapat disimpulkan bahwa umur panen dan waktu curing secara bersama-sama berpengaruh terhadap kecepatan tumbuh benih.

Dari Tabel 15 dapat dilihat bahwa nilai R squarenya sebesar 0.449, hal ini mengandung arti bahwa variabel lama curing dan waktu panen secara simultan mempunyai pengaruh terhadap kecepatan tumbuh benih sebesar 44,9 %, berarti bahwa

44.9% kecepatan tumbuh dapat dijelaskan oleh variabel umur panen dengan kekuatan hubungan cukup kuat, sedangkan sisanya dijelaskan oleh koefisien determinasi sebab-sebab lain.

Hasil uji kecepatan tumbuh benih benih (KCT) dapat digunakan sebagai dasar penentuan vigor benih, artinya semakin tinggi hasil uji kecepatan tumbuh benih suatu benih maka semakin tinggi pula kemampuan benih untuk tumbuh pada kondisi suboptimal.

Pada umur panen 33 HSP merupakan umur panen dimana benih mentimun memiliki kandungan endosperm yang sudah maksimum dan menunjukkan hasil tertinggi, sedangkan pada perlakuan umur panen 30 HSP kecepatan tumbuh benih masih rendah. Hal tersebut diduga karena semakin lamanya waktu panen daya berkecambah atau viabilitas suatu benih maka semakin tinggi.

Peningkatan nilai laju kecepatan tumbuh benih berkaitan erat dengan daya berkecambah benih, semakin tinggi nilai viabilitas suatu benih maka semakin tinggi pula nilai vigor benihnya, pertumbuhan benih cepat dan seragam pada uji kecepatan tumbuh benih mampu menghasilkan tanaman dewasa secara normal, sehingga dapat tumbuh dengan baik meskipun dalam kondisi lingkungan yang kurang optimal.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. Perlakuan waktu panen ada hubungan linieritas dan berpengaruh sangat nyata terhadap berat benih/buah, jumlah benih/buah, berat 1000 biji, kecepatan tumbuh, dan berpengaruh nyata terhadap daya kecambah. Perlakuan terbaik adalah perlakuan P2 (Umur panen 33 HSP).
2. Perlakuan curing ada hubungan linieritas dan berpengaruh sangat nyata terhadap berat benih/buah, jumlah benih/buah, berat 1000 biji, daya kecambah benih, dan berpengaruh nyata terhadap

kecepatan tumbuh. perlakuan terbaik lama curing adalah C2 (Curing selama 2 hari).

3. Kombinasi antara waktu panen dan lama curing ada hubungan linieritas dan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap jumlah benih/buah, daya kecambah benih dan berat 1000 biji, dan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kecepatan tumbuh benih, dengan perlakuan terbaik adalah P₂C₂ (Umur panen 33 HSP dan curing 2 hari)


DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, W. A., Samsuri, N., Hatta, M. F. M., Ghazi, R., & Seng, C. T. (2017). Effects of stingless bee (*Heterotrigona itama*) pollination on greenhouse cucumber (*Cucumis sativus*). *Malaysian Applied Biology*, 46 (1), 51 – 55. http://journalarticle.ukm.my/12301/1/46_01_08.pdf
- Cahya, D. A., Respatijarti, R., & Soetopo, L. (2014). Pengaruh tingkat kemasakan benih terhadap pertumbuhan dan produksi cabai rawit (*Capsicum frutescent* L.) Varietas comexio. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(4), 290–346. <https://www.neliti.com/id/publications/127934/>
- Cahyadiati, M., & Ashari, S. (2019). Pengaruh Berbagai Umur Panen dan Lama Waktu Curing terhadap Viabilitas Benih Melon (*Cucumis melo* L.). *Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya*, 7 (4), 698 - 705. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/1228492>
- Carmona, L., Alquézar, B., Diretto, G., Sevi, F., Malara, T., Lafuente, M. T., & Peña, L. (2021). Curing and low-temperature combined post-harvest storage enhances anthocyanin biosynthesis in blood oranges. *Food Chemistry*, 342, 128334. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.202>

0.128334

- Gupta, N., Kumar, S., Jain, S. K., Tomar, B. S., Singh, J., & Sharma, V. (2021). Effects of Stage of Harvest and Post-harvest Ripening of Fruits on Seed Yield and Quality in Cucumber Grown under Open Field and Protected Environments. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10 (01), 2119 – 2134. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1001.244>
- Hartatik, S., Hudah, M., Soeparjono, S., & Suharto. (2021). Shoot Pruning and Potassium Application Effect on Cucumber (*Cucumis Sativus L.*) Seeds Production and Quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 709(1), 012067. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/709/1/012067>
- Maulidah, N. I., & Ashari, S. (2017). Pengaruh Tingkat Kematangan Dan Lama Pengeringan Terhadap Mutu Benih Gambas Hibrida (*Luffa acutangula*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(3), 417–423. <https://media.neliti.com/media/publications/>
- Oktaviana, Z., Ashari, S., Lestari, S., Jurusan, P., Pertanian, B., & Pertanian, F. (2016). Pengaruh Perbedaan Umur Masak Benih Terhadap Hasil Panen Tiga Varietas Lokal Mentimun (*Cucumis Sativus L.*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(3), 131471. <https://www.neliti.com/id/publications/131471/>
- Pradnyawati, N. K. D., Raka, I. G. N., & Siadi, I. K. (2019). Pengaruh Umur Panen terhadap Hasil dan Mutu Benih Kacang Panjang (*Vignasinensis L.*). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(1), 53–61. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT/article/view/47886>
- Pramono, A. A., & Rustam, E. (2017). Perubahan kondisi fisik, fisiologis, dan biokimia benih *Michelia champaca* pada berbagai tingkat kemasakan Changes in the physical, physiological, and biochemical conditions of *Michelia champaca* seeds at various levels of maturity AGUS ASTHO PRAMONO ♥, EV. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 3(3), 368–375. <https://smujo.id/psnmbi/article/view/2609/2275>
- Rahmatan, H., Hasanuddin, & Hidayati, E. (2015). Penentuan Masa Viabilitas Biji Berdasarkan Umur Buah Pada Empat Jenis Anggota Cucurbitaceae. *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2015*, 350–354. <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/PBiotik/article/viewFile/2719/1976>
- Samad, M. Y. (2006). Pengaruh Penanganan Pasca Panen Terhadap Mutu Komoditas Hortikultura. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 8(1), 31–36. <https://media.neliti.com/media/publications/131290-ID-pengaruh-penanganan-pasca-panen-terhadap.pdf>
- Sharma, H. R., & Pal, S. (2016). Development of Hybrids in Cucurbits. In *Recent Advances in Improvement of Vegetable Crops* (pp. 51–58). Dr Y S Parmar University of Horticulture and Forestry Nauni. https://www.researchgate.net/publication/348505106_Development_of_Hybrids_in_Cucurbits
- Tefa, A. (2017). Uji Viabilitas dan Vigor Benih Padi (*Oryza sativa L.*) selama Penyimpanan pada Tingkat Kadar Air yang Berbeda. *Savana Cendana*, 2(03), 48–50. <https://doi.org/10.32938/sc.v2i03.210>
- Valverde-Miranda, D., Díaz-Pérez, M., Gómez-Galán, M., & Callejón-Ferre, Á.-J. (2021). Total soluble solids and dry matter of cucumber as indicators of shelf

life. *Postharvest Biology and Technology*, 180, 111603. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111603>

Wicaksana, P. C., & Sulistyono, N. B. E.  (2017). Aplikasi Pupuk Kandang Ayam dan Mikroorganisme Lokal (MOL) Daun Gamal Terhadap Produksi dan Mutu Benih Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 1(1), 72–85. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v1i1.8>

Wulanangraeni, R., Damanhuri, &  Purnamaningsih, S. L. (2016). Pengaruh Perbedaan Tingkat Kemasakan Buah pada 3 Genotip Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Terhadap Kualitas Benih. *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(5), 332–341. <https://www.neliti.com/publications/131799/pengaruh-perbedaan-tingkat-kemasakan-buah-pada-3-genotip-mentimun-cucumis-sativu>

AUTHOR INDEKS

A

Aditya Murtiaksono, 76
Agatha Sullivan Kurniadi, 1
Aldy Bahaduri Indraloka, 83
Ari Istanti, 83

D

Descha Giatri Cahyaningrum, 26
Dita Megasari, 52

F

Farisa, 52
Fenny Irawati, 1

G

Galuh Banowati, 41

I

Indrianingsih, 91

K

Kacung Hariyono, 61

M

Mandana Mirbakhsh, 16
Monire Jafari, 16
Muh. Adiwena, 76

N

Nur Hadi Ageng Pangestu, 41

O

Olandino Tome Francisco Dorosario de Sousa, 61

P

Parawita Dewanti, 61
Popy Hartatie Hardjo, 1

R

Rahmat Ali Syaban, 91
Ratna Presanthi, 76
Rizqa Yuhda Rohmah, 26

S

Sari Wiji Utami, 83
Sepideh Mashayekhi, 16
Setyobudi, 26
Sri Andini Lestari, 76
Sri Rahayu, 91
Sri Wiyatiningsih, 52
Sulistyo Emantoko Dwi Putra, 1
Suwardi, 91

W

Wiharyanti Nur Lailiyah, 26

Z

Zahra Zahed, 16

SUBYEK INDEKS

- A**
- AB-Mix, 102
- B**
- Bawang Merah, 92, 99, 100, 101
benih mentimun, 146, 148, 149, 150, 154, 164, 168
Biopestisida Fobio, 92, 99
Brassica juncea, 126
- C**
- Citra Satelit, 72
Crocus sativus, 30, 32, 33, 41, 43
curing, 146, 148, 150, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 160,
161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168
- D**
- Diameter Batang*, 52
- E**
- ekspresi gen, 30
Elder, 44
EMS, 1, 3, 5, 11, 13, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 27
- F**
- Fenotipe, 1
Fermentasi, 138, 145
- G**
- Gulma, 126, 128, 129, 130, 134, 137
- H**
- hablur, 44, 50, 52, 57, 59, 60, 61, 63, 65, 67
Heritabilitas, 44, 51, 52, 59, 65, 68, 69
Hidroponik, 102, 104, 122, 124
Hortikultura, 27, 74, 90, 124, 126, 145, 170
- I**
- Induksi**, 1, 27
- J**
- jambul, 50, 55, 61, 63
- K**
- Kalium, 102, 106, 110, 112, 116, 141, 143
Kelapa Sawit, 72, 84, 86, 90, 137
Keragaman genetik, 44, 65, 67, 68
Kesehatan Tanaman, 72, 78, 84, 90
Klon SB, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 61, 63, 65,
67
- L**
- Landsat 8, 72, 76, 80, 90
Layu Fusarium, 92, 99, 101
Limbah Udang, 126, 132, 134, 137
- M**
- mikropropagasi, 30
Mutasi, 1, 25, 27
mutu, 144, 146, 148, 149, 150
- N**
- NDVI, 72, 76, 78, 82, 83, 84, 88, 90
Nilai Guna, 138
Nutrisi, 86, 106, 122, 124, 138
- O**
- Optimal, 13, 86, 88, 104, 106, 156, 160, 162, 164, 168
Optimasi, 64
- P**
- Perlakuan Kombinasi, 1
produksi, 44, 46, 63, 74, 92, 94, 98, 99, 116, 122, 128, 139,
146, 148, 149, 150, 154, 168
Produktivitas, 44, 46, 48, 52, 69
- Q**
- Quality, 32, 35, 38, 39, 146
Quantities, 32
- R**
- Radiasi, 78
Reaksi, 76, 112
- S**
- Selada, 102, 104, 106, 107, 108, 110, 116, 120, 122, 124
silindris, 52
stress salinitas, 30

T

Tetua, 44, 61

Trichoderma sp., 92, 97, 98, 99

U

umur panen, 146, 148, 149, 150, 152, 154, 156, 158, 160,
162, 164, 166, 167, 168

UV₂₅₄, 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 13, 15, 17, 19, 21, 23

V

VMC 71/238, 50, 61

W

Wanapotensi, 72, 76, 78, 80, 81, 82, 86, 88

Warna, 7, 30, 50, 52, 53, 55, 63, 74, 80, 82, 84, 88, 141

Z

Zn, 74



AUTHOR GUIDELINES

AGRIPRIMA : *Journal of Applied Agricultural Sciences*.

Online version : <https://agriprima.polije.ac.id>

P-ISSN : 2549-2934 | E-ISSN : 2549-2942

Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences adalah Jurnal Ilmu Pertanian Terapan yang dikelola oleh Politeknik Negeri Jember dan telah mendapatkan **akreditasi Sinta 3 (S3)**, dari Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi pada tahun 2019. Agriprima terbit dua kali dalam setahun, yaitu bulan Maret dan September. Lingkup kajian jurnal mencakup pertanian secara luas meliputi bidang pemuliaan tanaman, bioteknologi tanaman, teknologi produksi benih, perlindungan tanaman, ilmu tanah, teknologi pasca panen dan bidang ilmu pertanian lain yang berhubungan dengan peningkatan produksi tanaman pangan, hortikultura, perkebunan dan kehutanan. Agriprima mempublikasikan orisinal riset artikel dan artikel teknis yang berhubungan dengan metode baru dan inovatif yang bermanfaat bagi masyarakat. Proses *submission* artikel disediakan sesederhana mungkin agar mempermudah penulis dalam pengiriman naskah. Untuk keberhasilan dalam proses pengiriman dan publikasi naskah anda, tahapan persiapan naskah yang terdapat dalam *author guidelines* harus diikuti penulis.

FORMAT NASKAH

Naskah ditulis mengikuti susunan format standar Jurnal Agriprima meliputi: Judul, Penulis, Asal Institusi/Lembaga dan e-mail, Abstrak, Kata Kunci, Pendahuluan, Metodologi, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Ucapan Terima Kasih (*Optional*), Daftar Pustaka. Naskah diketik pada kertas A4 menggunakan huruf *Times New Roman* ukuran 12, spasi 1. Batas tepi (*margin*) atas 3 cm, bawah 2,5 cm, kanan 2,5 cm dan kiri 3 cm.

JUDUL

Judul ditulis dengan jelas, ringkas dan informatif menggambarkan keseluruhan isi dari naskah penelitian. Hindari penulisan singkatan dan istilah non baku pada judul.

PENULIS

Nama penulis ditulis lengkap dengan tidak mencantumkan gelar akademis. Asal institusi/kelembagaan ditulis dengan nama jurusan/departemen dan nama Institusi/Lembaga. Alamat email yang digunakan ialah alamat email *corresponding author*, yang merupakan perwakilan dari semua penulis untuk korespondensi naskah serta berkomunikasi dengan editor, ditulis *italic*.

ABSTRAK

Abstrak berisi latar belakang, tujuan, metode, hasil, dan kesimpulan. Abstrak menggunakan 2 (dua) bahasa yaitu Indonesia dan Inggris. Abstrak berisi maksimal 250 kata menggunakan huruf Times New Roman ukuran 11, dengan jarak 1 spasi.

KATA KUNCI

Maksimal 5 kata kunci yang dapat diambil dari isi naskah/pokok bahasan artikel, bisa berupa kata tunggal/frase. Kata kunci diurutkan berdasarkan abjadnya dan dipisahkan dengan tanda titik koma (;).



AUTHOR GUIDELINES

AGRIPRIMA : *Journal of Applied Agricultural Sciences.*

Online version : <https://agriprima.polije.ac.id>

P-ISSN : 2549-2934 | E-ISSN : 2549-2942

ISI NASKAH, terdiri dari:

PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi latar belakang atau permasalahan pokok dan tujuan penelitian. Latar belakang merupakan alasan dilakukannya penelitian yang didukung landasan teori dan hasil penelitian terkini (*state of the art*) terutama dari acuan primer seperti jurnal, prosiding, skripsi, tesis, dan disertasi. Pendahuluan ditulis tidak melebihi 1000 kata.

METODOLOGI

Metodologi menerangkan waktu dan tempat, alat dan bahan, metode atau rancangan serta parameter pengamatan. Tidak menggunakan judul sub bab untuk setiap bagian dalam metodologi. Penulisan satuan ukuran harus mengikuti sistem internasional. Dijelaskan juga referensi pada metode yang digunakan untuk menghindari perbedaan persepsi dan kesalahpahaman. Metodologi ditulis tidak melebihi 600 kata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisi data hasil penelitian dan pembahasannya. Penyajian hasil dapat berupa gambar dan tabel aktif yang dapat diedit oleh editor. Pembahasan memuat kajian teoritis, implikasi hasil serta kajian empiris dari peneliti terdahulu. **Acuan pustaka yang digunakan diutamakan acuan primer dengan lebih dari 80%.**

KESIMPULAN

Kesimpulan ditulis secara singkat, berisikan jawaban dari hipotesis penelitian.

ACKNOWLEDGEMENT (*Optional*)

Berisikan ucapan terima kasih kepada perorangan, kelompok atau lembaga dan sponsor pemberi dana untuk pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Jumlah daftar pustaka yang digunakan minimal 10 referensi terbaru (5-10 tahun terakhir) dan 80% berasal dari pustaka primer. Format Daftar Pustaka ditulis menggunakan gaya American Psychological Association (APA) disusun berurut (A-Z) sebaiknya menggunakan aplikasi Mendeley atau EndNote dan tambahkan link DOI atau pdf online pada Mendeley. Contoh penulisannya adalah sebagai berikut:

Artikel Jurnal

Farida, I.N., Sjamsijah, N., & Rahmawati, D. (2018). Respon Seleksi Karakter Umur Pendek dan Potensi Hasil Tinggi pada Beberapa Genotipe Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Generasi F6. *Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2(1), 30-39. Retrieved from [https://doi.org/ 10.25047/agriprima.v2i1.57](https://doi.org/10.25047/agriprima.v2i1.57)

Prosiding

Erawati, D.N., Irma, W., Cherry, T., & Siti, H. (2012). Improvement of Biological Control Technology Package by Environment Vision on Kasturi Tobacco Farm Management. In K. Muzakhar., Purwatiningsih., E.V. Utami., F.B. Ulum., R. Setiawan., Syafiq.



AUTHOR GUIDELINES

AGRIPRIMA : *Journal of Applied Agricultural Sciences.*

Online version : <https://agripriima.poliije.ac.id>

P-ISSN : 2549-2934 | E-ISSN : 2549-2942

Ubaidilah., A. Barokah., Z. Khoiriyah., & A. Jannah (Eds), *Exploration and Conservation of Biodiversity: Proceeding of International Conference on Life Sciences and Biotechnology* (pp. 316-321). Jember, Universitas Jember

Buku

George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2007). *Plant Propagation by Tissue Culture:*

Volume 1. The Background. Springer Netherlands.

Bab atau Sub Bagian (Chapter) Buku

Jennifer, N., Janet, P. S., & Jerry, D. C. (2004). Hormone Biosynthesis Metabolism and its Regulation. In Peter, JD (Ed.), *Plant Hormones. Biosynthesis and Signal Transduction and Action* (pp.36-62). Kluwer Academic Publishers, UK. Retieved from DOI: 10.1007/978-1-4020-2686-7

Tesis

Wardana, R. (2015). *Transformasi Genetik Padi (Oryza sativa L.) dengan Gen PaCS Penyandi Sitrat Sintase Menggunakan Perantara Agrobacterium tumefaciens (Tesis).* Retieved from [http:// repository.ipb.ac.id/handle/ 123456789/72039](http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/72039)

Kontribusi Journal

Artikel yang diterima dan akan dipublikasikan di Agripriima, *Journal of Applied Agricultural Sciences* dikenai biaya sebesar: Rp. 500.000 (IDR). Biaya tersebut termasuk biaya cetak hardcopy dan pengiriman.

Pemberitahuan persetujuan publikasi akan dikirimkan melalui email Author.

Pembayaran dapat dilakukan melalui transfer:

1. Bank: BRI - Bank Rakyat Indonesia
Account name: RPL 131 BLU POLIJE UNTUK DK
Account number: 0021.01.004066.30.5
-



Jl. Mastrip Po Box 164
Jember, East Java
Indonesia

ISSN 2549-2942



9 772549 294066



AGRIPRIMA

Journal of Applied Agricultural Sciences

**VOL.7 NO.1
MARCH 2023**

