

Optimization of Growth and Production of Two Kale Varieties Through the Addition of Led Light

Ahmad Wildan Asyar¹, Budiman^{1*}, Herik Sugeru¹, Bagas Elang Samudra¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Jakarta, Indonesia;

Article History

Received : February 07th, 2025

Revised : February 23th, 2025

Accepted : March 04th, 2025

*Corresponding Author:

Budiman, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Jakarta, Indonesia; Email:

budiman@staff.gunadarma.ac.id

Abstract: The high demand for water spinach demands increased production through more efficient cultivation techniques. One important factor that affects plant growth and production is lighting. This study aims to optimize the growth and production of two varieties of water spinach by adding LED lights with a certain light spectrum and duration. The study used a Nested Complete Randomized Block Design (RBD) consisting of two factors. The first factor is the light spectrum (L) with 3 levels, namely the red light spectrum of the 18/6 photoperiod (L1), the blue light spectrum of the 18/6 photoperiod (L2), and the red-blue light spectrum of the 18/6 photoperiod (L3). The second factor is the variety of water spinach (V) consisting of two levels, namely the curly water spinach variety (V1) and the lacinato water spinach variety (V2). Each treatment was repeated 4 times so that there were 24 experimental units. Data analysis used ANOVA with a 5% confidence level and further testing using the Duncan test. The results showed that the growth and production of the two varieties of water spinach were more optimal with the addition of the red-blue light spectrum.

Keywords: Growth, kale varieties, LEDs, light condition, production.

Pendahuluan

Kale merupakan jenis tanaman hortikultura keluarga Brassica yang mengandung nilai gizi tinggi dan kaya antioksidan yang berpotensi untuk mengurangi risiko berbagai penyakit seperti jantung, diabetes, kanker, dan obesitas. Menurut Hanum & Jazilah (2021), nilai gizi yang terdapat pada kale lebih tinggi daripada bayam dan sayuran lainnya. Dibandingkan dengan jeruk (96,8 mg/100 g) dan jambu biji (49,86 mg/100 g), kale memiliki konsentrasi vitamin C yang lebih besar (152,18 mg/100 g) (Agustin, 2019). Kandungan lain yang terdapat pada kale diantaranya adalah zat besi, vitamin A dan C, asam folat, dan senyawa sulforaphane (Beliveau & Gingras, 2006). Dalam hal kandungan lutein, kalea merupakan makanan paling bergizi di dunia (Gorka *et al.*, 2018). Lebih jauh, menurut penelitian Pusat Pengendalian Penyakit, kale

berada di peringkat ke-15 dalam daftar makanan tersehat dan ke-47 di antara sayuran yang menyediakan 10% dari 17 elemen dasar tubuh (Migliozzi *et al.*, 2015).

Kandungan gizi yang tinggi menjadikan tanaman kale semakin populer, namun produksinya belum memenuhi permintaan pasar. Produksi kalea menurun tahun 2020 dari 204 ribu ton menjadi 203 ribu ton pada tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2021). Sementara itu, rata-rata tingkat konsumsi sayur per kapita di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat dari waktu ke waktu (Fitriyani *et al.*, 2022). Peningkatan produksi tanaman kale perlu dilakukan karena penurunan produksi tidak sebanding dengan peningkatan permintaan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mengoptimalkan pertumbuhan dan produksi kale melalui penambahan cahaya LED (*Light Emitting Diode*).

Kondisi cahaya meliputi kualitas cahaya, intensitas cahaya, dan fotoperiode dianggap sebagai faktor kunci bagi pertumbuhan dan akumulasi komponen fungsional tanaman, karena hal ini berhubungan langsung dengan laju fotomorfogenesis dan fotosintesis (Milon *et al.*, 2022). Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi bagaimana berbagai tanaman dipengaruhi oleh kondisi cahaya. Tanaman kale hidroponik telah terbukti tumbuh dan menghasilkan lebih banyak ketika lampu LED digunakan, dan hasil panen tanaman kalae meningkat sebesar 53% ketika spektrum cahaya merah-biru ditambahkan selama 6 jam (Sari, 2021). Karena cahaya merah dan biru merupakan sumber energi utama untuk penyerapan CO₂ dalam fotosintesis, keduanya penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Nurunisa *et al.*, 2018). Sementara cahaya biru membantu mempertahankan laju pertumbuhan tanaman dan penting untuk pembukaan stomata, yang merupakan pori-pori kecil di daun yang mengendalikan aliran air dan gas antara tanaman dan lingkungan sekitarnya, cahaya merah membantu merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Salisbury & Cleon, 1995). Tinggi tanaman, panjang akar, dan berat segar semuanya dipengaruhi oleh warna lampu LED (Ragil *et al.*, (2022).

Hasil penelitian Milon *et al.*, (2022). menyebutkan bahwa kombinasi panjang gelombang, fotoperiode, dan intensitas cahaya menunjukkan kinerja pertumbuhan daun kale yang relatif lebih baik yaitu pada kombinasi LED merah-biru, fotoperiode 16/8 hingga 18/6 jam, dan 160 hingga 220 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ intensitas cahaya. Berdasarkan penelitian Milon *et al.*, (2022) hasil rata-rata sampel fotoperiode 16/8 pada pengamatan panjang, berat, dan lebar daun masing-masing adalah 165 mm, 139 mm, dan 11 g, sedangkan sampel pada fotoperiode 18/6 menunjukkan nilai rata-rata panjang, berat, dan lebar daun yang lebih tinggi yaitu 189 mm, 151 mm, dan 13.28 g pada 35 hari setelah pindah tanam. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman kale lebih optimal pada fotoperiode 18/6.

Kale sebagai salah satu sayuran hijau yang populer memiliki beberapa varietas yang berbeda, di antaranya adalah kale keriting dan kale lacinato yang umum dibudidayakan (Samec

et al., 2018). Perbedaan varietas ini tidak hanya terlihat dari bentuk daun, tetapi juga dari respons mereka terhadap faktor lingkungan seperti cahaya (Hogewoning *et al.*, 2010). Saat proses fotosintesis, cahaya memainkan peran penting yang dapat memengaruhi perkembangan dan hasil tanaman (Hanum, 2008). Penggunaan cahaya lampu LED merah, biru, dan kombinasi merah biru sering kali diterapkan dalam sistem budidaya modern untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Namun, respons kale keriting dan kale lacinato terhadap penambahan cahaya LED dapat berbeda, mengingat karakteristik genetik masing-masing varietas. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana perbedaan varietas ini mempengaruhi efisiensi penggunaan cahaya, yang akan berimplikasi pada strategi budidaya yang lebih efisien dan produktif. Penggunaan cahaya LED ini akan lebih efektif dan efisien diterapkan pada budidaya di dalam *greenhouse* karena kondisi cahaya dapat dikendalikan.

Mengacu pada permasalahan yang telah dipaparkan, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui penambahan cahaya LED yang optimal terhadap pertumbuhan dan produksi dua varietas kale. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan cahaya LED yang optimal terhadap pertumbuhan dan produksi dua varietas kale. Manfaat dari penelitian ini yaitu memberi berita dan data mengenai penggunaan cahaya LED yang optimal dalam pertumbuhan dan produksi dua varietas kale.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian berlangsung dari bulan Maret sampai Juni 2024, bertempat di *greenhouse* UG Technopark, Desa Jamali, Kecamatan Mande, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat.

Alat dan bahan

Alat penelitian ini adalah lampu LED strip IP44 2835 spektrum merah, biru, dan merah-biru masing-masing 6 W, hygrometer HTC-2, digital luxmeter AS803, *switch timer*, instalasi kabel listrik, bambu, dan mulsa. Bahan yang digunakan adalah benih kale keriting chuner, benih kale lacinato, tanah, pupuk kandang sapi, cocopeat, sekam bakar, dan pupuk organik cair (POC) kulit pisang.

Prosedur kerja

- Pembuatan kotak ruang tanaman: kotak ruang tanaman terbuat dari kerangka bambu berbentuk seperti balok dan sisinya dikelilingi mulsa setinggi 1 m. Kotak ruang digunakan sebagai tempat menyungkup tanaman agar tidak ada cahaya lain yang masuk (menyinari tanaman). Kotak ruang tanaman berukuran $2 \times 0,6 \times 1$ m. Setiap kotak ruang terpasang lampu LED strip 2835 sesuai dengan perlakuannya dengan jarak ketinggian lampu 80 cm dari permukaan tanah.
- Penyemaian: penyemaian benih kale dilakukan selama 3 minggu. Media semai yang digunakan adalah pupuk kandang sapi, arang sekam, dan cocopeat dengan perbandingan 1:1:1.
- Persiapan media tanam: media tanam adalah arang sekam, tanah, dan pupuk kandang sapi dengan perbandingan 1:1:1. Mencampur media tanam dan memasukkan dalam polybag berukuran 30×30 .
- Penanaman: penanaman dilakukan setelah benih kale berumur 21 Hari Setelah Semai (HSS) atau memiliki 3-4 helai daun sejati.
- Pemupukan: pemupukan dilakukan dengan interval waktu satu minggu sekali menggunakan POC kulit pisang dengan konsentrasi 30 ml/L (Aprianti *et al.*, 2023).
- Pemanenan: kale dipanen setelah berumur 45-55 Hari Setelah Tanam (HST). Ciri-ciri tanaman kale yang dapat dipanen yaitu memiliki tinggi tanaman yang cukup untuk dipanen dan memiliki jumlah daun minimal 8 helai per tanaman (Aprianti *et al.*, 2023).

Metode penelitian

Metode penelitian adalah Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) Pola Tersarang (*Nested Design*) terdiri dari dua faktor yaitu faktor pertama adalah spektrum cahaya (L) dengan 3 taraf yaitu spektrum cahaya merah fotoperiode 18/6 (L1), spektrum cahaya biru fotoperiode 18/6 (L2), dan spektrum cahaya merah biru fotoperiode 18/6 (L3). Faktor kedua adalah varietas kale (V) terdiri dari dua taraf yaitu varietas kale keriting (V1) dan varietas kale lacinato (V2). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 ulangan sehingga terdapat 24 satuan percobaan.

Parameter yang diamati

Parameter penelitian ini adalah tinggi tanaman, jumlah daun, laju pertumbuhan tinggi tanaman, bobot total tanaman, dan bobot tajuk tanaman. Laju pertumbuhan tinggi tanaman didapat dari hasil persamaan berikut:

$$LPPT = T2 - T1 / t$$

Keterangan:

- LPPT = Laju Pertumbuhan Tinggi Tanaman
T1 = Tinggi tanaman minggu ke-3 (cm)
T2 = Tinggi tanaman minggu ke-6 (cm)
t = Interval waktu

Analisis data

Data dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) dan jika signifikan maka diuji lanjut menggunakan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$.

Hasil dan Pembahasan

Kondisi lingkungan

Pertumbuhan, perkembangan, dan hasil tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya adalah beberapa variabel yang memengaruhi seberapa baik fotosintesis, sumber energi utama bagi tanaman, bekerja. Kriteria kondisi lingkungan dalam penelitian ini adalah suhu udara, kelembapan udara, dan intensitas cahaya bohlam LED.

Intensitas cahaya diukur pada empat waktu yaitu pagi (07.00-08.00 WIB), siang (12.00-13.00 WIB), sore (16.00-17.00 WIB), dan malam hari (20.00-21.00 WIB) menggunakan lux meter pada setiap perlakuan. Pengukuran tingkat intensitas cahaya lampu LED dilakukan seminggu sekali dimulai dari tanaman dipindah tanam, tanaman berumur 1 MST, hingga tanaman berumur 6 MST. Rata-rata intensitas cahaya lampu LED dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Intensitas cahaya lampu LED

Perlakuan	Intensitas (lux)
L1	85.53
L2	504.28
L3	1188.81

Tabel 1 menunjukkan bahwa intensitas cahaya lampu LED bervariasi dari 85,53 lux untuk L1, 504,28 lux untuk L2, dan 1188,81 lux

untuk L3 pada pagi, siang, sore, dan malam hari. Dibandingkan dengan LED biru dan merah-biru, lampu LED merah memiliki intensitas yang lebih rendah. Setelah 18 jam pencahayaan, intensitas cahaya perlakuan tetap stabil dan jenuh. Higrometer digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban sebanyak empat kali, yaitu pada pukul 07.00 WIB, 12.00 WIB, 16.00 WIB, dan 20.00 WIB. Dimulai dari saat tanaman dipindahkan hingga dipanen, dilakukan pembacaan suhu dan kelembaban harian. Tabel 2 menunjukkan suhu dan kelembaban rata-rata.

Tabel 2. Suhu pada perlakuan cahaya dan lama penyinaran LED

Tempat	Suhu (°C)			
	7.00	12.00	16.00	20.00
Ruang penanaman	27.9	30.4	28.4	28.2
Luar ruang	28.1	34.2	31.3	30.9
Tempat	Kelembaban (%)			
	7.00	12.00	16.00	20.00
Ruang penanaman	75.7	77.1	75.4	75.3
Luar ruang	87.4	64.4	77.4	87.4

Suhu dan kelembaban udara pada tiap perlakuan dihitung menggunakan *hygrometer* setiap hari selama 55 hari penanaman. Suhu dan kelembaban diambil pagi, siang, sore, dan malam hari di 3 tempat berbeda kemudian di rata-rata. Suhu pada ruang penanaman berkisar antara 27.9-30.4°C sedangkan suhu di luar ruang sedikit lebih tinggi yaitu berkisar antara 28.1-34.2°C (**Tabel 2**). Tanaman kale lebih menyukai suhu dengan temperatur rendah. Hal ini membuat rasa kale menjadi lebih manis (Olsen *et al.*, 2010). Kale dapat tumbuh pada suhu rendah hingga mencapai suhu -15°C (Olsen *et al.*, 2009). Meskipun demikian, berdasarkan penelitian Sembiring & Nugraheni (2023), kale dapat tumbuh dengan baik pada suhu 18.1-32.4°C.

Kelembaban udara selama kegiatan penelitian berlangsung berkisar antara 75.3-77.1% dalam ruang penanaman dan 64.4-87.4% diluar ruang. Kelembaban relatif 80–100% sangat ideal untuk pertumbuhan kalae (Zietz *et al.*, 2010). Keseimbangan udara pada tanaman dipengaruhi oleh kelembaban udara. Tanaman dapat layu dan menghasilkan lebih sedikit ketika kelembaban rendah karena mempercepat

transpirasi. Di sisi lain, kelembaban yang berlebihan dapat menghambat penguapan dan meningkatkan risiko serangan penyakit bakteri dan jamur (Silaen, 2021).

Tinggi tanaman

Hasil ANOVA, perlakuan varietas yang berada dalam perlakuan spektrum cahaya memiliki dampak signifikan terhadap parameter tinggi tanaman, sedangkan perlakuan spektrum cahaya tidak mempunyai dampak nyata terhadap parameter tinggi tanaman. Tabel 3 menunjukkan tinggi rata-rata tanaman. Dengan pertumbuhan rata-rata 43,22 cm, perlakuan L3 memiliki pertumbuhan tanaman kale terbesar dari semua perlakuan. L1 dan L2 memiliki rata-rata tertinggi berikutnya yaitu 40,93 cm dan 38,65 cm. Perlakuan V2 yang tersarang pada perlakuan L3 menunjukkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi daripada setiap perlakuan yang ada yaitu 48.60 cm, sedangkan perlakuan V1 yang tersarang pada perlakuan L2 menunjukkan rata-rata yang lebih kecil yaitu 34.37 cm.

Tabel 3. Rata-rata tinggi tanaman (cm)

Perlakuan	V1	V2	Rataan
L1	35.52 B	46.35 A	40.93
L2	34.37 B	42.92 A	38.65
L3	37.85 B	48.60 A	43.22

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kapital yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Jumlah daun

Parameter jumlah daun tidak terpengaruh secara signifikan oleh perlakuan spektrum cahaya, menurut hasil ANOVA, namun jumlah daun terpengaruh secara signifikan oleh perlakuan varietas yang disarangkan dalam perlakuan L1. Tabel 4 menunjukkan jumlah daun rata-rata. Dari semua perlakuan, perlakuan L2 memiliki peningkatan terbesar dalam jumlah daun kale, dengan rata-rata 19,68 daun, diikuti oleh L3 (18,37 daun) dan L1 (17,62 daun). Perlakuan V2 yang tersarang pada perlakuan L1 menunjukkan pertumbuhan jumlah daun yang signifikan dengan rata-rata 19.37 helai, dibandingkan perlakuan V1 yang tersarang pada perlakuan L1 menunjukkan rata-rata 15.87 helai.

Tabel 4. Rata-rata jumlah daun (helai)

Perlakuan	V1	V2	Rataan
L1	15.87 B	19.37 A	17.62
L2	18.25	21.12	19.68
L3	18.50	18.25	18.37

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kapital yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Laju pertumbuhan tinggi tanaman

Perlakuan spektrum cahaya berdampak signifikan terhadap parameter laju pertumbuhan tinggi tanaman, menurut hasil ANOVA, namun perlakuan varietas yang berada dalam perlakuan spektrum cahaya tidak memberikan dampak yang nyata. Tabel 5 menunjukkan laju pertumbuhan rata-rata tinggi tanaman. Rata-rata tinggi tanaman kale meningkat sebesar 1,29 cm per hari pada perlakuan L3, 1,26 cm per hari pada perlakuan L1, dan 1,09 cm per hari pada perlakuan L2. Perlakuan V2 yang berada dalam perlakuan L3 memiliki rata-rata tertinggi yaitu 1,35 cm/hari jika dibandingkan dengan perlakuan V2 pada setiap perlakuan yang ada, dan perlakuan V1 yang berada dalam perlakuan L1 memiliki rata-rata tertinggi yaitu 1,32 cm/hari jika dibandingkan dengan perlakuan V1 pada semua perlakuan yang ada.

Tabel 5. Rata-rata laju pertumbuhan tinggi tanaman (cm/hari)

Perlakuan	V1	V2	Rataan
L1	1.32	1.20	1.26 a
L2	1.10	1.07	1.09 b
L3	1.22	1.35	1.29 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Bobot segar tanaman

Parameter berat total tanaman tidak terpengaruh secara substansial baik oleh perlakuan spektrum cahaya maupun perlakuan varietas yang disarangkan dalam perlakuan spektrum cahaya, menurut hasil ANOVA. Tabel 6 ditemukan berat rata-rata tanaman segar. Pada 130,38 gram, perlakuan L3 memiliki berat total tanaman rata-rata terbesar, diikuti oleh L2 pada 116,95 gram dan L1 pada 112,33 gram. Perlakuan V2 yang tersarang pada perlakuan L2 menunjukkan rata-rata bobot total tanaman tertinggi dibandingkan dengan perlakuan V2 pada

setiap perlakuan yang ada yaitu 135.00 gr, sedangkan perlakuan V1 yang tersarang pada perlakuan L3 menunjukkan rata-rata bobot total tanaman tertinggi dibandingkan dengan perlakuan V1 pada setiap perlakuan yang ada yaitu 128.59 gr.

Tabel 6. Bobot total tanaman (g)

Perlakuan	V1	V2	Rataan
L1	123.78	100.88	112.33
L2	98.90	135.00	116.95
L3	128.59	132.19	130.38

Bobot tajuk tanaman

Hasil ANOVA menunjukkan perlakuan spektrum cahaya dan perlakuan varietas yang tersarang pada perlakuan spektrum cahaya tidak berpengaruh nyata terhadap parameter bobot tajuk tanaman (Tabel 7). Perlakuan L3 menunjukkan hasil rata-rata bobot tajuk tanaman tertinggi yaitu 120.91 gr, diikuti L2 dengan rata-rata 107.04 gr, dan L1 dengan rata-rata 106.46 gr. Perlakuan V2 yang tersarang pada perlakuan L2 menunjukkan rata-rata bobot tajuk tanaman tertinggi dibandingkan dengan perlakuan V2 pada setiap perlakuan yang ada yaitu 122.40 gr, sedangkan perlakuan V1 yang tersarang pada perlakuan L3 menunjukkan rata-rata bobot segar tanaman tertinggi dibandingkan dengan perlakuan V1 pada setiap perlakuan yang ada yaitu 120.26 gr.

Tabel 7. Bobot tajuk tanaman (g)

Perlakuan	V1	V2	Rataan
L1	116.23	96.70	106.46
L2	91.68	122.40	107.04
L3	120.26	121.58	120.91

Pembahasan

Tinggi tanaman

Indikator utama pertumbuhan tanaman yaitu tinggi tanaman (Dasumiati *et al.*, 2024). Pengamatan tinggi tanaman membantu mengevaluasi efektivitas berbagai perlakuan yang diberikan (Laki *et al.*, 2021). Berdasarkan **Tabel 3**, tanaman yang diberi perlakuan L3 mengalami pertambahan tinggi paling besar, diikuti dengan perlakuan L1 dan L2. Hal ini karena spektrum cahaya merah-biru secara optimal dapat diserap oleh tanaman. Laju

fotosintesis bersih meningkat saat cahaya merah dan biru digabungkan (Chang *et al.*, 2015). Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh laju fotosintesis. Tumbuhan menggunakan proses yang disebut fotosintesis untuk mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk glukosa, yang menggerakkan berbagai proses pertumbuhan seperti pemanjangan batang dan pembelahan sel. Laju fotosintesis dapat meningkatkan produksi energi dan biomassa yang berkontribusi pada pertambahan tinggi tanaman. Penelitian Zulviana *et al.*, (2020), menyebutkan pemberian spektrum cahaya merah biru menghasilkan pertambahan tinggi tanaman sawi paling besar dibandingkan perlakuan lainnya. Pemberian spektrum cahaya LED merah biru juga menghasilkan pertumbuhan selada keriting hijau lebih baik dibandingkan perlakuan LED putih (Nurdianna *et al.*, 2018).

Penelitian ini menggunakan varietas yang berpengaruh nyata pada tinggi tanaman. perlakuan V2 memperlihatkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih baik. Penyebabnya karena setiap varietas kale memiliki genetik unik yang dapat mempengaruhi kemampuan pertumbuhannya. Akhiriana *et al.*, (2023), melaporkan bahwa kale lacinato memiliki daun yang lebih panjang dan berbentuk lonjong, yang memungkinkan pertumbuhan vertikal lebih banyak. Sementara itu, kale keriting memiliki daun yang lebih kecil dengan lekukan tepi daun sangat banyak hingga menyerupai gerigi, dan cenderung tumbuh melebar yang membatasi pertumbuhan vertikalnya.

Jumlah daun

Daun merupakan komponen tanaman kale yang dimakan, maka jumlah daun menjadi faktor krusial dalam budidaya kale. Semakin banyak daun yang dihasilkan, maka tanaman akan tumbuh lebih optimal. Tanaman yang memiliki banyak daun mampu menangkap cahaya lebih banyak sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih maksimal (Novinanto & Setiawan, 2019). Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan L2 memiliki daun tanaman kale paling banyak, diikuti perlakuan L3 dan perlakuan L1 yang memiliki daun paling sedikit. Hal ini sesuai dengan penelitian Zulviana *et al.*, (2020) menemukan tanaman pakcoy yang diberi perlakuan cahaya biru memiliki pertumbuhan

daun yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang diberi perlakuan jenis cahaya lainnya. Panjang gelombang spektrum cahaya biru berkisar antara 400 hingga 500 nm. Cahaya dengan panjang gelombang ini mampu diserap secara optimal oleh tanaman kale. Menurut Hernandez & Kubota (2014), penambahan cahaya LED biru dengan PPF (Photosynthesis Photon Flux) 5,3-16,2 mol m⁻² d⁻¹ mampu meningkatkan jumlah daun dan klorofil pada tanaman mentimun sebesar 4% dan 26%.

Perlakuan varietas yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan hasil berbeda nyata, tepatnya pada perlakuan varietas yang tersarang pada perlakuan L1. Perlakuan V2 menunjukkan pertumbuhan jumlah daun yang lebih baik dibandingkan perlakuan V1 yang tersarang pada perlakuan L1. Artinya varietas kale lacinato dengan spektrum cahaya merah memiliki respons yang baik dalam pertumbuhan jumlah daun tanaman.

Laju pertumbuhan tinggi tanaman

Peningkatan panjang tanaman per hari adalah laju pertumbuhan tinggi tanaman. Parameter ini dan parameter tinggi tanaman saling terkait erat; semakin tinggi tanaman, semakin cepat tinggi tanaman tumbuh. Tabel 5 menunjukkan bahwa karakteristik laju pertumbuhan tinggi tanaman dipengaruhi secara signifikan oleh perlakuan spektrum cahaya. Hasil yang lebih baik diperoleh dengan perlakuan L3, diikuti oleh L1 dan L2. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa tanaman dapat secara efektif menyerap spektrum cahaya merah-biru, yang mengintensifkan proses fotosintesis dan meningkatkan pertumbuhan tanaman yang optimal.

Cahaya merah dan biru memiliki kemampuan untuk menyerap hingga 90% pigmen fotosintesis dalam daun dan berdampak pada pertumbuhan, fisiologi, dan laju fotosintesis tanaman (Nguyen *et al.*, 2019). Cahaya merah dan biru adalah kombinasi ideal untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Dibandingkan dengan jenis cahaya lainnya, fotosintesis berfungsi paling baik karena klorofil tanaman menyerap cahaya terutama dalam spektrum merah (600–700 nm) dan biru (400–500 nm) (Syafriyudin, 2015). Tanaman dalam fase vegetatif membutuhkan cahaya biru,

sedangkan tanaman dalam fase generatif membutuhkan cahaya merah.

Varietas kale yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan respons yang relatif berbeda. Perlakuan V2 yang tersarang dengan perlakuan L3 menunjukkan respons laju pertumbuhan tinggi tanaman lebih baik diantara perlakuan V2 yang tersarang pada perlakuan L1 dan L2. Sedangkan perlakuan V1 yang tersarang dengan perlakuan L1 menunjukkan respons pertumbuhan tinggi tanaman lebih baik dibandingkan perlakuan V1 yang tersarang dengan perlakuan L2 dan L3.

Bobot total tanaman

Berat total tanaman, termasuk akar, batang, daun, dan organ lainnya, diukur segera setelah dipanen untuk mencegah layu akibat kehilangan air. Ini berarti bahwa kandungan air tanaman berdampak pada berat tanaman secara keseluruhan. Perkembangan dan pertumbuhan jaringan tanaman, termasuk tinggi dan jumlah daun, digabungkan untuk menentukan berat total tanaman. Faktor-faktor ini dipengaruhi oleh kandungan air dan nutrisi dalam sel-sel jaringan tanaman (Manuhuttu, 2014). Berdasarkan **Tabel 6** perlakuan L3 menunjukkan bobot total tanaman tertinggi sedangkan perlakuan L1 menghasilkan bobot total tanaman lebih rendah. Hal ini karena cahaya merah biru meningkatkan proses fotosintesis secara optimal.

Hasil penelitian Mukaromah *et al.*, (2019), melaporkan bahwa jika dibandingkan dengan tanpa perlakuan, hasil tanaman sawi dapat meningkat hingga 65% jika diberikan lampu LED warna merah dan biru. Penelitian Sari (2021) menambahkan ketika diberikan lampu merah dan biru, hasil bobot segar tanaman lebih baik dibandingkan dengan penambahan lampu lainnya. Cahaya merupakan sumber energi utama untuk fotosintesis. Hasil fotosintesis akan meningkat jika intensitas cahaya mencukupi. Selanjutnya, floem akan menyalurkan hasil fotosintesis ke seluruh jaringan tanaman (Komala, 2017). Agar tanaman dapat tumbuh dengan baik, energi yang dihasilkan dari fotosintesis digunakan untuk mendorong pertumbuhan tunas, daun, dan batang. Penelitian ini, V2 menunjukkan respons yang relatif lebih baik dengan menggunakan perlakuan L2 dan L3. Sedangkan V2 yang

tersarang pada perlakuan L1 menunjukkan respons yang sebaliknya.

Bobot tajuk tanaman

Bobot tajuk tanaman adalah ukuran berat bagian tanaman yang berada di atas permukaan tanah, termasuk daun, batang, dan cabang. Bobot tajuk mencerminkan biomassa tanaman di atas tanah dan sering digunakan sebagai indikator kesehatan dan produktivitas tanaman. Hasil bobot tajuk tanaman dapat dipengaruhi faktor cahaya. Intensitas cahaya yang lebih tinggi dapat meningkatkan fotosintesis akhirnya dapat meningkatkan bobot tajuk tanaman (Yudatama *et al.*, 2023). Khususnya untuk tanaman sayuran seperti kale, bobot tajuk tanaman berfungsi menentukan kualitas ekonomi dari hasil panennya. Berdasarkan **Tabel 7** perlakuan L3 menunjukkan hasil terbaik pada parameter bobot tajuk tanaman dibandingkan perlakuan L1 dan L2. Bobot tajuk tanaman dapat dipengaruhi oleh tingkat intensitas cahaya.

Dampak pada berat tajuk tanaman meningkat seiring bertambahnya intensitas cahaya (Susilowati, 2015). Hasil penelitian ini, cahaya merah biru memiliki intensitas cahaya yang tinggi (**Tabel 1**), sehingga dari hasil pengamatan pada parameter bobot tajuk tanaman, perlakuan cahaya merah biru menunjukkan hasil terbaik. Hal ini sesuai dengan penelitian Sari (2021) menemukan bahwa kombinasi cahaya merah dan biru menghasilkan hasil terbaik pada karakteristik berat tajuk tanaman jika dibandingkan dengan penambahan cahaya merah saja. Menurut penelitian lain, jika dibandingkan dengan perlakuan lain, penggunaan lampu tanam LED yang menggabungkan cahaya merah dan biru mampu menghasilkan berat sawi hijau tertinggi.

Varietas kale yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan respons yang relatif berbeda. Perlakuan V2 yang tersarang dengan perlakuan L3 dan L2 menunjukkan respons bobot tajuk tanaman lebih baik dibandingkan perlakuan V2 yang tersarang pada perlakuan L1. Sedangkan perlakuan V1 yang tersarang dengan perlakuan L1 dan L3 menunjukkan respons bobot tajuk tanaman lebih baik dibandingkan perlakuan V1 yang tersarang dengan perlakuan L2.

Pengaruh pada pertumbuhan

Penambahan cahaya LED pada dua varietas kale memiliki respons yang sangat baik pada pertumbuhan tanaman dengan parameter pertumbuhan adalah tinggi tanaman, jumlah daun, dan laju pertumbuhan tinggi tanaman. Perlakuan spektrum cahaya mampu mengoptimalkan laju pertumbuhan tinggi tanaman kale secara signifikan dan perlakuan varietas yang tersarang pada perlakuan spektrum cahaya menunjukkan hasil yang lebih optimal terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun.

Pengaruh pada produksi

Meskipun tidak signifikan dalam hal produksi berat total tanaman dan berat tajuk tanaman, penambahan cahaya LED pada dua jenis kale menunjukkan reaksi positif terhadap produksi tanaman. Dibandingkan perlakuan cahaya biru dan merah, perlakuan spektrum cahaya merah-biru menghasilkan berat total dan berat tajuk tanaman tertinggi.

Kesimpulan

Perlakuan spektrum cahaya mampu mengoptimalkan laju pertumbuhan tinggi tanaman kale secara signifikan dan perlakuan varietas yang tersarang pada perlakuan spektrum cahaya menunjukkan hasil yang lebih optimal terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun, sedangkan perlakuan spektrum cahaya belum optimal dalam produksi dua varietas tanaman. Dua varietas tanaman kale dapat tumbuh optimal dengan penambahan spektrum cahaya merah biru.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh Tim Manajemen UG Technopark atas izin yang diberikan untuk melakukan penelitian di lokasi tersebut. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Gunadarma atas dukungannya dalam membantu penulis menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

Akhiriana, E., Dewi, M., Akhmadi, F. S., & Sholihah, S. M. (2023). Respon Pertumbuhan Beberapa Jenis Kale pada

- Budidaya Hidroponik Menggunakan Penambahan Nutrisi Kombinasi AB Mix dan Pupuk Organik Cair (POC). *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-47 UNS*, 7(1): 117–123.. <https://proceeding.uns.ac.id/semnasfp>
- Agustin, H., & Ichniarsyah, A. N. (2018). Efektivitas KNO_3 Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Vitamin C Kale. *Agrin*, 22(1): 46-56. <https://doi.org/10.20884/1.agrin.2018.22.1.458>
- Aprianti, W. E., Delyani, R., & Normagiat, S. (2023). Pengaruh Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleraceae* var. acephala) Green Dwarf Curly. *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi Dan Budidaya Perairan*, 21(1): 104–117. <https://doi.org/10.32663/ja.v21i1.3534>
- Badan Pusat Statistik. (2021). Produksi Tanaman Sayuran. Diakses tanggal 15 Agustus 2024 pada <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/p/roduksi-tanaman-sayuran.html>
- Beliveau, R. & D. Gingras. (2006). 11 Makanan Ampuh Pencegah Kanker. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama. ISBN: 9789792246063.
- Chang, C. L. & Kuang, P. C. (2015). The growth response of leaf lettuce at different stages to multiple wavelength-band light-emitting diode lighting. *Scientia horticultura*, 179: 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.013>
- Dasumiati, D., Siregar, M. M., Khairiah, A. & Junaidi, J. (2024). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala) Pada Sistem Hidroponik Deep Flow Technique dengan Penambahan Pupuk Organik Cair. *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*, 17(1): 212–219. <http://dx.doi.org/10.15408/kaunyah.v17i1.35563>
- Fitriyani, W., Sefrina, L. R., & Karawang, U. S. (2022). Literatur Review: The Effectiveness of Nutrition Education on Changes in Fruit and Vegetable

- Consumption Behavior in Children. *Jurnal Gizi Dan Kesehatan*, 14(1), 43–52. <https://doi.org/10.35473/jgk.v14i1.248>
- Gorka, S., R.K. Samnotra, S. K. & S. Chopra. (2018). Estimates of Variability Studies for Various Leaf Yield Attributing Traits in Kale (*Brassica oleraceae* L. var. a. achepala) Genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(02): 2319-7706. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.257>
- Hanum, C. (2008). Teknik Budidaya Tanaman. Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. ISBN: 978-979-060-056-0
- Hanum, N. N. & Jazilah, S. (2021). Pengaruh Konsentrasi dan Interval pemberian POC Morinsa Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. achepala). *BIOFARM: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 17(1): 14-22. <https://doi.org/10.31941/biofarm.v17i1.1436>
- Hernandez, R. & C. Kubota. (2014). Growth and Morphological Response of Cucumber Seedlings to Supplemental Red and Blue Photon Flux Ratios Under Varied Solar Daily Light Integrals. *Scientia Horticulture*, 173(1): 92-99. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.04.035>
- Hogewoning, S. W., Govert, T., Hans, M., Hendrik, P., Wim, V. L., & Jeremy, H. (2010). Blue Light Dose-Responses of Leaf Photosynthesis, Morphology, and Chemical Composition of *Cucumis sativus* Grown Under Different Combinations of Red and Blue Light. *Jurnal of Experimental Botany*, 61(11): 3107-3117. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq132>
- Komala, S. N. (2017). Biologi Dasar Panduan Belajar Mandiri. Surabaya. ISBN: 978-623-6955-71-0.
- Laki, A. S., Wahyuningrum, M. A. & Nurjasmu, R. (2021). Pengaruh Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea* acephala) Sistem Vertikultur. *Jurnal Ilmiah Respati*, 12(2): 133–146. <https://doi.org/10.52643/jir.v12i2.1874>
- Manuhuttu, A.P., H. Rehatta, & J.J.G. Kailola. (2014). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Hayati Bioboost terhadap Peningkatan Produksi Selada (*Lactuca sativa*). *Jurnal Agrologia*, 3(2). <http://dx.doi.org/10.30598/a.v3i2>
- Milon, C., Ashrafuzzaman, G., Sumaiya, I., Nasim, R., Muhammad, A., Nafiul, I., Taman, S.U. & Chung, S.O. (2022). Lighting Condition Affect the Growth and Glucosinolate Contents of Chinese Kale Leaves Grown in an Aeroponic Plant Factory. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. <https://doi.org/10.1007/s13580-022-00472-0>
- Migliozzi, M., Thavarajah, D., Thavarajah, P. & Smith, P. (2015). Lentil and kale: Complementary nutrient-rich whole food sources to combat micronutrient and calorie malnutrition *Nutrients* 7(11) 9285-9298. <https://doi.org/10.3390/nu7115471>
- Mukaromah, S. L., Prasetyo, J. & Argo, B. D. (2019). Pengaruh Pemaparan Cahaya Led Merah Biru dan Sonic Bloom Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Sawi Sendok (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 007(02): 185–192. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2019.007.02.8>
- Nguyen. (2019). Effect of Light Intensity on the Growth, Photosynthesis and Leaf Microstructure of Hydroponic Cultivated Spinach (*Spinacia oleracea* L.) under A Combination of Red and Blue LEDs in House. *International Journal of Agricultural Technology*, 15(1): 75-90. <http://www.ijat-aatsea.com>
- Novinanto, A. & Setiawan, A. W. (2019). Pengaruh Variasi Sumber Cahaya Led Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* Var. Crispa L) Dengan Sistem Budidaya Hidroponik Rakit Apung. *Agric Jurnal Ilmu Pertanian*, 31(2): 193–206. <https://doi.org/10.24246/agric.2019.v31.i2.p191-204>
- Nurdianna, D., R. Bandriyati. & D. Harjoko. (2018). Penggunaan Beberapa Komposisi Spektrum LED pada Potensi dan Hasil Hidroponik Indoor Selada Keriting Hijau.

- Agrosains*, 20(6): 1-6.
<https://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v20i1.26310>
- Nurunisa, D., A. B. Sasongko. & A. Indrianto. (2018). Pengaruh Warna Cahaya Light-Emitting Diodes (LED) Intensitas Rendah dan Cekaman Dingin Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Anggrek Phaleanopsis Hibrida. *Biota*, 4(1): 41-48. <https://doi.org/10.19109/Biota.v4i1.1683>
- Olsen, H., Aaby, K., & Borge, G. I. A. (2009). Characterization and quantification of flavonoids and hydroxycinnamic acids in curly kale (*Brassica oleracea* L. convar. acephala var. sabellica) by HPLC-DAD-ESI-MSn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(7): 2816–2825. <https://doi.org/10.1021/jf803693t>
- Olsen, H., Aaby, K. & Borge, G. I. A. (2010). Characterization , quantification , and yearly variation of the naturally occurring polyphenols in a common red variety of curly kale (*Brassica oleracea* L. convar. acephala var. sabellica cv. ‘Redbor’). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(21): 11346–11354. <https://doi.org/10.1021/jf1021>
- Ragil, P.P., Sutarno. & Karno. (2022). Effect of LED Color and Irradiation Duration on Growth and Anthocyanin Content of Red Cabbage (*Brassica oleracea* Vr. Capita F. Rubra) Microgreens. *Agrohita*, 7(4): 701-711. <http://dx.doi.org/10.31604/jap.v7i4.7447>
- Salisbury, Frank B. & Cleon W Ross. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung: ITB. ISBN: 979-8591-20-8.
- Šamec, D., Urlić, B., & Salopek-Sondi, B. (2018). Kale (*Brassica oleracea* var. achepala) as a superfood: review of the scientific evidence behind the statement. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(15): 1-37. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1454400>
- Sari, Y. N. (2021). Pengaruh Perbedaan Spektrum Cahaya Dan Lama Penyinaran Light Emitting Diode (LED) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. acephala L.) Pada Sistem Hidroponik. In *Digital Repository Universitas Jember*. Sembiring, E. P., & Nugraheni, W. (2023). Pengaruh Hasil Larutan Fermentasi Daun Gamal Terhadap Pertumbuhan, Produktivitas dan Kualitas pada Tanaman Kale Curly (*Brassica oleracea* var. sabellica). *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 6(1): 350-372. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v6i1.6007>
- Silaen, S. (2021). Pengaruh Transpirasi Tumbuhan dan Komponen didalamnya. *Jurnal Agroprimatech*, (5(2): 14-20. <https://doi.org/10.34012/agroprimatech.v5i1.2081>
- Susilowati, E. (2015). The Effect of Fluorescent Lamp Distance on Plant Growth Kailan (*Brassica Oleracea*) with Wick System Hydroponic in the Room (Indoor). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(4): 293-304 <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-1.v4i4.%25>
- Syafriyudin, N.T.L. (2015). Analisis Pertumbuhan Tanaman Krisan Pada Variabel Warna Cahaya Lampu LED. *Jurnal Teknologi*, 8(1): 83-87. <https://doi.org/10.34151/technoscientia.v7i2>
- Yudatama, A. K., Sutarno. & Eny Fuskhah. (2023). Pengaruh Daya dan Waktu Penyinaran Lampu Led Terhadap Pertumbuhan Selada Merah (*Lactuca Sativa* L.) Pada Sistem Budidaya Hidroponik. *Jurnal Agroqua*, 21(1): 217-228. <https://doi.org/10.32663/ja.v21i2>
- Zietz, M., Annika W., Susanne S., Monika S., Angelika K. & Lothar W.K. (2010). Genotype and Climatic Genotypic and Climatic Influence on the Antioxidant Activity of Flavonoids in Kale (*Brassica oleracea* var. achepala). *Jurnal Agricultural and Food Chemistry*, 58(2): 2123-2130. <https://doi.org/10.1021/jf9033909>
- Zulviana, V., M.R. Kirom. & E. Rosdiana. (2020). Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya LED (*Light Emitting Diode*) dengan Warna Merah, Biru, dan Putih Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) di Dalam Ruang. *Engineering*, 7(1): 11-47-1158. <https://openlibrarypublications.telkomuni-versity.ac.id/>