

**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**

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF LIGHT EMITTING DIODE INTENSITY WITH RED,
BLUE, AND WHITE COLORS ON THE GROWTH OF MUSTARD GREEN
(*Brassica rapa var parachinensis*) IN THE ROOM**

Valentisa Zulviana¹, M.Ramdian Kirom², Endang Rosdiana³ [10 pts]

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹valentisa@student.telkomuniversity.ac.id, ²mramdlankirom@telkomuniversity.ac.id,

³endangr@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Jumlah lahan yang semakin berkurang serta cuaca yang tidak menentu menjadi hambatan untuk mendapatkan hasil panen yang berkualitas baik. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah dengan cara menanam tanaman di dalam ruangan. Namun, salah satu kendalanya yaitu tidak ada sinar matahari yang menjadi sumber cahaya. Oleh karena itu, sumber cahaya yang digunakan diganti dengan lampu LED. Sistem penanaman yang dibuat terdiri dari 10 ruang penanaman yang diberi lampu LED dengan intensitas dan spektrum warna cahaya berbeda-beda. Jenis tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah sawi hijau (*Brassica rapa var parachinensis*) sebanyak tiga bibit di setiap ruangnya. Proses pengamatan akan dilakukan setiap hari selama 20 hari dengan parameter yang diukur adalah tinggi tanaman dan jumlah daun. Data dari setiap ruang penanaman akan dibandingkan dengan tanaman yang terkena cahaya matahari langsung untuk mengetahui bagaimana pengaruh intensitas lampu LED dengan warna merah, biru, putih, dan ungu terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau agar dapat membantu proses penanaman di dalam ruang lebih baik lagi. Pada penelitian ini dilakukan percobaan sebanyak dua kali. Tanaman di ruang ungu 32 lux memiliki rata-rata pertambahan tinggi paling besar yaitu 3.451 cm dan rata-rata jumlah daun paling banyak yaitu 9.111 helai daun.

Kata kunci : sawi hijau, intensitas, LED, spektrum warna

*The decreasing amount of land and unpredictable weather are obstacles to get good quality crop. One alternative solution that can be used is to plant crops indoor. However, there is no sunlight which is the source of light. Therefore, the light source used is replaced with an LED lamp. The planting system is made up of 10 planting rooms that are given LED lights with varying intensity and color spectrum of light. The type of plant used in this research is mustard greens (*Brassica rapa var parachinensis*) that consist of three seeds in each planting room. The observation process will be carried out every day for 20 days with parameters measured are plant height and number of leaves. Data from each planting room will be compared with plants that are exposed to direct sunlight to find out how the effect of the intensity of LED lights in red, blue, white, and purple on the growth of green mustard plants in order to help the planting process in the room even better. In this reserach two experiments were carried out. The plants in the 32 Lux purple room had the highest average height, which was of 3.451 cm and the average number of leaves was 9.111 leaves.*

Keywords: mustard green, intensity, LED, color spectrum

1. Pendahuluan

Tanaman sayur perlu dikonsumsi karena berperan penting untuk kesehatan manusia. Di Indonesia, salah satu jenis sayur yang sering dikonsumsi adalah sawi. Salah satu jenis sawi adalah sawi hijau (*Brassica rapa var parachinensis*) yang memiliki ciri-ciri batang pendek dan tegap, memiliki daun lebar berwarna hijau tua, serta rasanya agak pahit [1]. Umumnya, tanaman sayur seperti sawi hijau ditanam di lahan terbuka agar langsung mendapat sinar matahari. Namun, seiring dengan perkembangan zaman, jumlah lahan terbuka semakin sedikit. Salah satu cara untuk mengatasinya yaitu dengan menanam sawi hijau di dalam ruangan (*indoor*). Sumber cahaya yang digunakan berasal dari lampu. Salah satu jenis lampu yang ideal untuk digunakan adalah lampu LED karena hemat energi dan tidak menyebabkan panas yang dapat merusak tanaman. Keuntungan menanam tanaman di dalam ruangan adalah tidak adanya hama, terhindar dari cuaca buruk, serta kelembaban dapat diatur sesuai kebutuhan [4]. Namun, masih sedikit orang yang menanam tanaman di dalam ruangan karena biaya yang dikeluarkan di awal lebih mahal untuk peralatan penerangan [5]. Selain itu, kualitas tanaman yang dihasilkan belum tentu akan lebih baik dari tanaman yang langsung terpapar sinar matahari. Oleh karena itu, penelitian ini

bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari intensitas cahaya lampu LED terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau.

2. Dasar Teori

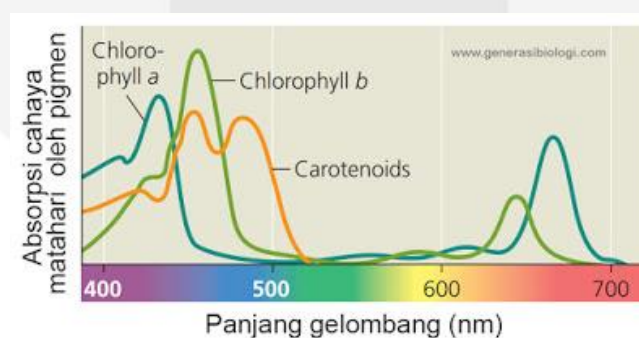
2.1 Fotosintesis

Fotosintesis merupakan proses dimana air dan karbondioksida diolah pada kloroplas dengan bantuan cahaya menjadi zat makanan berupa gula. Cahaya yang digunakan dalam proses fotosintesis dapat berasal dari matahari maupun cahaya lainnya seperti lampu yang memiliki panjang gelombang tertentu. Cahaya merupakan salah satu bentuk dari gelombang elektromagnetik, yaitu gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat. Cahaya yang paling berperan penting untuk kehidupan adalah cahaya tampak, yaitu cahaya yang memiliki panjang gelombang 380 – 750 nm [6]. Berdasarkan panjang gelombangnya, cahaya tampak terdiri dari tujuh spektrum warna seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spektrum Warna Cahaya Tampak [6]

No	Warna	Panjang Gelombang (nm)
1	Merah	625 – 740
2	Jingga	590 – 625
3	Kuning	565 – 590
4	Hijau	520 – 565
5	Biru	435 – 520
6	Nila	400 – 435
7	Ungu	380 – 400

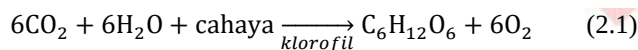
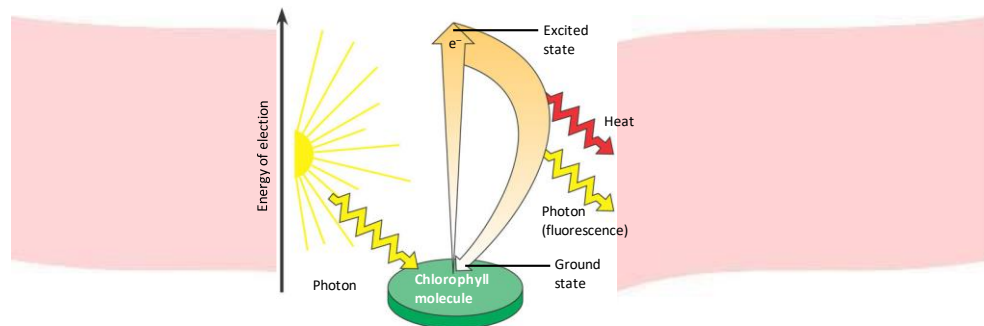
Tabel 2.1 menunjukkan warna cahaya yang paling banyak diserap untuk proses fotosintesis adalah warna merah (610 – 750 nm) yang berfungsi untuk menstimulasi pembungaan serta warna biru (400 – 520 nm) yang berfungsi untuk menjaga laju pertumbuhan tanaman [7]. Klorofil a dan klorofil b terdapat pada semua tanaman hijau dengan perbandingan 3:1. Klorofil a merupakan pigmen utama berwarna hijau tua yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Sedangkan klorofil b merupakan pigmen aksesori berwarna hijau muda yang berfungsi untuk menyalurkan cahaya yang diserap ke klorofil a sehingga bisa diubah menjadi energi kimia [8]. Kedua klorofil ini paling banyak menyerap cahaya dengan panjang gelombang 400-490 nm dan 620-680 nm [9]. Selain itu, terdapat juga pigmen karotenoid yang berfungsi untuk menyerap cahaya yang tidak tercakup pada absorpsi klorofil serta melindungi klorofil dari fotooksidasi, yaitu hilangnya elektron akibat intensitas cahaya yang diberikan terlalu tinggi. Intensitas cahaya sendiri memiliki keterkaitan dengan proses fotosintesis. Semakin besar intensitas cahaya, maka semakin banyak elektron yang tereksitasi sehingga laju fotosintesis semakin cepat. Tetapi, jika intensitas yang diberikan melebihi batas maksimum yang dapat diterima oleh klorofil, laju fotosintesis tidak akan bertambah cepat [10].



Gambar 2.1 Spektrum penyerapan cahaya oleh klorofil

Proses fotosintesis bergantung pada jumlah foton yang diserap. Energi foton pada spektrum biru lebih besar dibandingkan energi foton pada spektrum merah. Proses pembentukan energi pada fotosintesis ditunjukkan pada Gambar 2.4. Pigmen klorofil akan menyerap energi dari cahaya yang datang sehingga mengakibatkan elektron pada pigmen klorofil akan memiliki cukup energi untuk tereksitasi. Elektron yang tereksitasi akan ditangkap oleh akseptor elektron, yaitu feredoksin. Karena kekurangan elektron, muatan pada pigmen klorofil menjadi tidak stabil sehingga membutuhkan donor elektron. Pada saat yang sama, terjadi proses fotolisis air oleh enzim sehingga terbentuk oksigen, proton, dan elektron. Elektron yang berasal dari pemecahan molekul air

tersebut akan digunakan untuk menstabilkan muatan elektron di pigmen klorofil [11]. Reaksi fotosintesis ditunjukkan oleh persamaan dibawah ini [6], dimana blower digunakan agar CO₂ dapat bersirkulasi dengan baik dan pemberian air dilakukan secara manual menggunakan suntikan.



2.2 Lampu LED

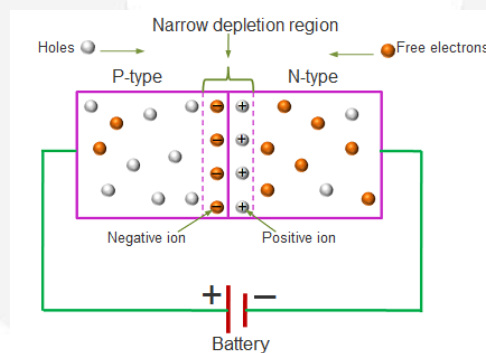
Pada penelitian ini, lampu LED digunakan sebagai pengganti cahaya matahari. Lampu LED (*Light Emitting Diode*) merupakan semikonduktor yang dapat mengubah energi listrik menjadi cahaya. Lampu LED memiliki usia yang relatif lebih panjang dan konsumsi listrik yang rendah dibandingkan dengan lampu pijar dan lampu TL [12]. Selain itu, lampu jenis ini juga tidak menghasilkan suhu tinggi dan tidak mengandung merkuri [4]. Prinsip kerja lampu LED sama seperti dioda, yaitu dioda akan menghantarkan arus listrik apabila diberi tegangan maju (*forward bias*). Gambar 2.5 menunjukkan ketika tegangan positif baterai dihubungkan ke anoda dan tegangan negatif baterai dihubungkan ke katoda, maka akan terjadi *forward bias*. Elektron yang berada di tipe n akan berpindah

pengosongan

dioda dapat menghantarkan arus listrik [13].

Gambar 2.2 Eksitasi elektron pada fotosintesis [11]

menuju *hole* ke tipe p. Karena penggabungan ini, daerah akan menyempit sehingga



Gambar 2.3 Rangkaian diode dalam keadaan forward bias [13]

2.5 Sawi

Tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah sawi. Sawi termasuk ke dalam famili *Brassicaceae* [14]. Secara umum, sawi mempunyai daun berbentuk lonjong panjang, halus, tidak berbulu, dan tidak berkrop. Selain dimanfaatkan untuk bahan makanan sayuran, sawi juga dapat dimanfaatkan untuk pengobatan beberapa penyakit. Beberapa kandungan yang terdapat pada sawi yaitu vitamin A, vitamin B, sedikit vitamin C, dan mineral [2]. Sawi biasanya ditanam di dataran tinggi karena membutuhkan udara yang sejuk dan dingin. Jika ditanam di dataran rendah, sebaiknya pada musim kemarau karena temperatur pada waktu pagi, sore, dan malam akan lebih dingin. Waktu tanam yang baik ialah pada akhir musim hujan (Maret) atau awal musim hujan (Oktober) [15]. Untuk hasil yang lebih optimal, tanaman sawi sebaiknya ditanam pada rentang suhu 20 - 25 °C. Namun, beberapa jenis sawi dapat tumbuh dengan baik pada suhu 27 - 32 °C [16].

2.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu membuat sistem ruang penanaman tertutup yang dilengkapi dengan lampu LED, lubang ventilasi, dan *blower*. Setelah itu dilanjutkan dengan penanaman bibit sawi hijau disertai dengan proses pengamatan pertumbuhan tanaman sawi hijau selama 20 hari dan pengambilan data setiap hari.

2.6.1 Rancangan Sistem Ruang Penanaman

Pada penelitian ini, bibit sawi hijau akan ditanam didalam sistem berupa ruang penanaman tertutup tanpa cahaya matahari yang terbuat dari kayu berbentuk persegi panjang. Sistem tersebut terdiri dari 10 ruang yang dipasang lampu LED berwarna merah, biru, putih, dan ungu dengan intensitas yang berbeda pada setiap ruangnya seperti ditunjukkan pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4.

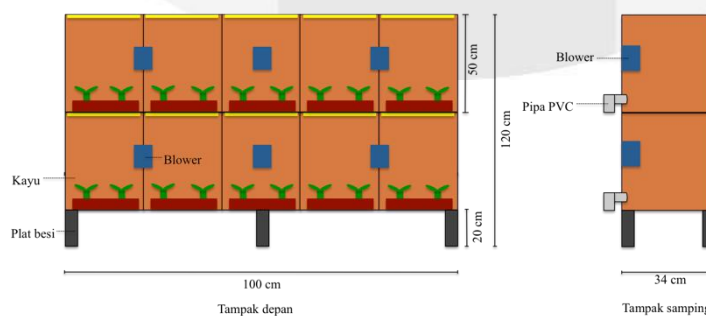
Tabel 3.1 Pembagian Lampu pada Percobaan Pertama

No.	Ruang	Warna Lampu LED	Jenis Lampu LED	Intensitas (lux)
1.	1	Merah	5050	39
2.	2	Merah	2835	51
3.	3	Biru	5050	32
4.	4	Biru	2835	16
5.	5	Merah Biru	5050	34
6.	6	Merah Biru	2835	18
7.	7	Putih	5050	40
8.	8	Putih	2835	27
9.	9	Merah Biru Putih	5050	34
10.	10	Merah Biru Putih	2835	25

Tabel 3.2 Pembagian Lampu pada Percobaan Kedua

No.	Ruang	Warna Lampu LED	Jenis Lampu LED	Intensitas (lux)
1.	1	Biru	5050	32
2.	2	Biru	5050	32
3.	3	Biru	5050	32
4.	4	Merah	5050	32
5.	5	Merah	5050	32
6.	6	Merah	5050	32
7.	7	Ungu	5050	32
8.	8	Ungu	5050	32
9.	9	Ungu	5050	32

Di dalam ruang tersebut terdapat tempat penanaman sawi hijau yang masing-masing akan ditanam dua bibit sawi hijau. Tempat penanaman akan diberi lubang ventilasi dan *blower* agar CO₂ dapat bersirkulasi dengan baik. Rancangan sistem ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 2.5 Rancangan Alat

2.6.2 Proses Pengamatan

Proses pengamatan dilakukan setiap hari selama 20 hari. Tabel 3.4 menunjukkan parameter yang diukur dengan ketentuan sebagai berikut:

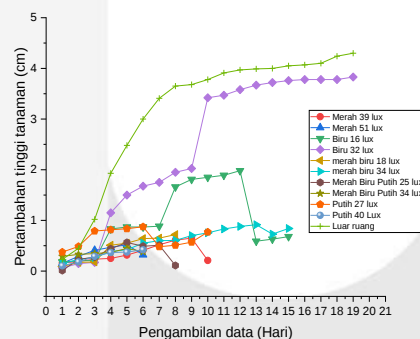
Tabel 3.3 Tabel Pengamatan

No.	Pengamatan	Kegiatan	Alat Ukur
1.	Intensitas cahaya	Diukur pada saat pertama bibit sawi hijau ditanam di ruang penanaman	Luxmeter LM-8000
2.	Tinggi tanaman	Mengukur tinggi tanaman sawi hijau dari permukaan tanah ke pucuk tertinggi	Penggaris dan aplikasi Ruler
3.	Jumlah daun	Menghitung jumlah daun yang sudah terbentuk sempurna	Manual

3. Pembahasan

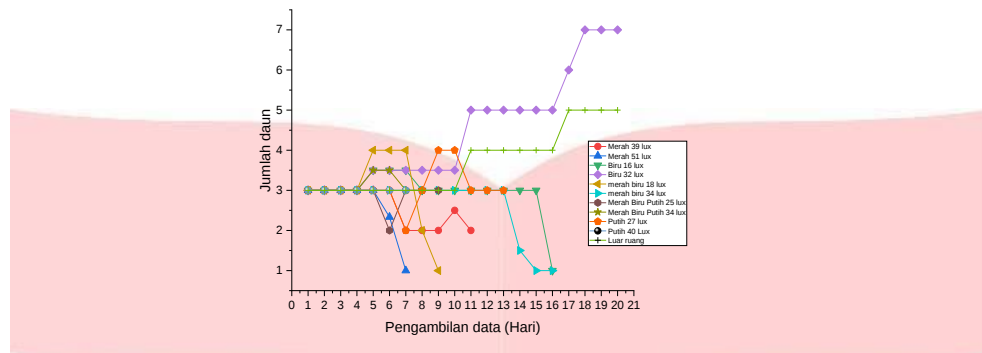
3.1 Pertambahan Tinggi Tanaman Percobaan Pertama

Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah hingga ujung daun tertinggi tanaman. Berdasarkan Gambar 4.1, tanaman yang berada di ruang biru dengan intensitas sebesar 32 lux mengalami pertambahan tinggi paling besar, yaitu sebesar 3.83 cm. Hal ini disebabkan karena pada proses fotosintesis, salah satu spektrum warna yang paling banyak diserap adalah warna biru yang berfungsi dalam pertumbuhan fisik tanaman sehingga tanaman yang berada di ruang berwarna biru akan lebih cepat pertumbuhannya dibandingkan dengan tanaman yang berada di ruangan lain. Tanaman di ruang biru 32 lux mengalami pertumbuhan yang pesat pada hari ke-4 sampai hari ke-10 karena ketika pada awal masa pertumbuhan, tanaman lebih banyak membutuhkan energi sehingga laju fotosintesis lebih cepat. Energi foton yang didapatkan dari spektrum warna biru pun lebih besar dibandingkan energi foton dari spektrum warna merah. Setelah hari ke-10, pertumbuhannya tidak terlalu signifikan karena laju fotosintesisnya mulai konstan.



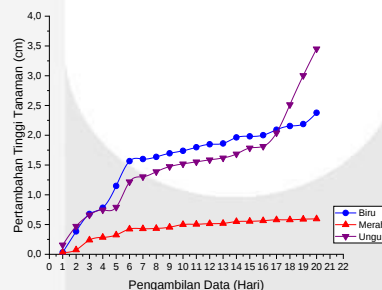
3.2 Jumlah Daun Tanaman Percobaan Pertama

Daun merupakan tempat terjadinya proses fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun, maka jumlah pigmen klorofil akan semakin banyak sehingga cahaya yang diserap akan semakin banyak pula. Jika cahaya yang diserap semakin banyak, maka laju fotosintesis akan semakin cepat. Gambar 4.1 menunjukkan pertumbuhan daun muda di ruang biru 32 lux lebih cepat dibandingkan ruangan lainnya. Selain itu, laju pertumbuhannya juga terjaga dengan baik karena belum ada daun yang mati. Daun yang terkena sinar matahari langsung pun juga terjaga pertumbuhannya karena banyaknya jumlah daun muda yang tumbuh dan belum ada daun yang mati. Namun, walaupun jumlah daun di ruangan biru 32 lux lebih banyak dibandingkan jumlah daun di luar ruangan, fase pembungaan masih belum terjadi. Hal ini diakibatkan tidak adanya cahaya merah yang berfungsi untuk menstimulasi fase pembungaan.



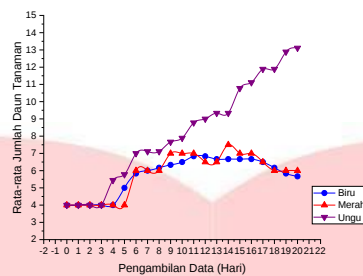
3.3 Pertambahan Tinggi Tanaman Percobaan Kedua

Berdasarkan Gambar 4.3, tanaman pada ruang Ungu 32 lux mengalami rata-rata pertambahan tinggi paling besar, yaitu sebesar 3.451 cm. Pada hari ke-17, tanaman di ruang Ungu 32 lux mengalami pertambahan tinggi yang cukup pesat dikarenakan tanaman sawi hijau sudah memasuki fase generatif yang ditandai dengan munculnya bakal bunga. Bakal bunga tersebut tumbuh karena mendapatkan spektrum cahaya yang sesuai dan akan akan tumbuh semakin tinggi setiap harinya sampai mekar. Tanaman di ruang Biru 32 lux mempunyai rata-rata pertambahan tinggi 2.378 cm. Pertumbuhan yang pesat terjadi pada hari ke-2 sampai hari ke-7 dikarenakan tanaman yang masih muda membutuhkan lebih banyak energi dari spektrum cahaya biru untuk pertumbuhan vegetatif. Tanaman di ruang Biru 32 lux tidak mengalami fase pembungaan dikarenakan tidak adanya spektrum cahaya merah yang berperan dalam proses pembungaan. Tanaman yang mengalami rata-rata pertambahan tinggi paling kecil berada di ruang Merah 32 lux. Hal ini disebabkan karena spektrum cahaya merah tidak berperan penting pada fase vegetatif, sehingga tanaman yang berada di ruang Merah 32 lux hanya mengalami pertambahan tinggi sebesar 0.595 cm. Hal ini juga didukung oleh besar laju pertumbuhan tinggi tanaman. Tanaman di ruang Biru, Merah, dan Ungu memiliki laju pertumbuhan tinggi masing-masing sebesar 0.119 cm/hari, 0.030 cm/hari, dan 0.173 cm/hari.



3.4 Jumlah Daun Tanaman Percobaan Kedua

Semakin banyak jumlah daun, maka laju fotosintesis akan semakin cepat. Hal ini diakibatkan karena pigmen klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis paling banyak terdapat di daun. Gambar 4.4 menunjukkan bahwa tanaman yang mengalami rata-rata pertambahan jumlah daun paling banyak berada di ruang Ungu 32 lux, yaitu sebanyak 9.111 helai. Hal ini disebabkan karena tanaman sawi hijau mendapat energi yang cukup untuk proses pertumbuhan daun dari spektrum cahaya ungu. Jumlah daun tersebut tidak mengalami penurunan sampai hari ke-20. Selain itu, bakal bunga juga sudah muncul pada hari ke-14. Hal ini membuktikan bahwa energi yang diterima dari spektrum cahaya ungu sudah cukup untuk tanaman agar dapat memulai fase generatif. Tanaman di ruang Biru 32 lux mengalami pertambahan jumlah daun yang paling sedikit, yaitu sebanyak 1.667 helai. Pada hari ke-13, jumlah daun mengalami penurunan dikarenakan terdapat daun yang mati. Tanaman di ruang Merah 32 lux mengalami pertambahan jumlah daun sebanyak 2 helai. Daun yang mati pada hari ke-12 membuat grafik mulai menurun. Tanaman di ruang Merah 32 lux mengalami pertambahan jumlah daun sebanyak 2 helai. Daun yang mati pada hari ke-12 membuat grafik mulai menurun.



4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, dapat diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Pada percobaan pertama, pertambahan tinggi tanaman sawi hijau paling besar adalah ketika diberi spektrum cahaya biru dengan intensitas 32 lux, yaitu sebesar 3.83 cm dan rata-rata jumlah daun sebanyak helai.
2. Pada percobaan pertama, fase pembungaan terjadi lebih cepat pada tanaman sawi hijau yang terkena cahaya matahari. Hal ini diakibatkan cahaya yang berperan penting dalam fase generatif adalah spektrum cahaya merah. Jadi, walaupun jumlah daun di ruang biru 32 lux lebih banyak tetapi tanaman belum memasuki fase generatif.
3. Pada percobaan kedua, pertambahan tinggi tanaman sawi hijau paling besar adalah ketika diberi spektrum cahaya ungu dengan intensitas 32 lux, yaitu sebesar 3.451 cm dan rata-rata jumlah daun sebanyak 9.1 helai.
4. Pada percobaan kedua, fase pembungaan terjadi lebih cepat pada tanaman sawi hijau yang diberi spektrum warna ungu. Hal ini diakibatkan karena komposisi pencampuran warna merah dan biru sudah tepat sehingga tanaman sawi hijau mendapatkan cukup energi untuk memasuki fase generatif.
5. Spektrum warna yang paling tepat dalam proses vegetatif dan generatif tanaman sawi hijau dalam penelitian ini adalah spektrum cahaya warna ungu.

Daftar Pustaka:

- [1] Aloysius, S. (2008). *Fotosintesis*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- [2] Sunarjono, H. (2006). *Bertanam 30 Jenis Sayur*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [3] Ali, M., Kogoya, W., & Pratiwi, Y. I. (2018). *Teknik Budidaya Tanaman Sawi Hijau*. Universitas Merdeka Surabaya, Agroteknologi. Surabaya: Universitas Merdeka Surabaya.
- [4] Alhadi, D. G., Triyono, S., & Haryono, N. (2016). Pengaruh Penggunaan Beberapa Warna Lampu Neon Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*) pada Sistem Hidroponik Indoor. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* vol.5.
- [5] Restiani, A. R., Triyono, S., Tusi, A., & Zahab, R. (2015). Pengaruh Jenis Lampu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) pada Sistem Hidroponik Indoor. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol. 4.
- [6] Rahman, T. (2010). *Nutrisi dan Energi Tumbuhan*. Bandung: Universitas Pendidikan bandung.
- [7] Sandag, A. R., Ludong, D., & Rawung, H. (2017). Pemberian Cahaya Tambahan dengan Lampu HID dan LED untuk Merespon Waktu Pembungaan Tomat Cherry (*Solanum Lycopersium var cerasiforme*) di dalam Rumah Tanaman. *Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi*, 2.
- [8] Mulyasari, M. (2016). Ekstraksi Klorofilid dari Daun Suji (*Pleomele angustifolia*) dan Aplikasinya sebagai Fotosensitizer dalam Fotoreduksi Ion Fe(III). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6.
- [9] Gibson, M., Kasman, & Iqbal. (2017, Desember). Analisa Kualitas Klorofil Daun Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L) sebagai Bahan Pewarna pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). *Gravitasi*, 16.
- [10] Haryanti, S. (2008). Respon Pertumbuhan Jumlah dan Luas Daun Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) pada Tingkat Naungan yang Berbeda. *Anatomi dan Fisiologi*, 16.
- [11] Arrohmah. (2007). *Studi Karakteristik Klorofil pada Daun sebagai Material Photodetector Organic*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [12] Suhardi, D. (2014). Prototipe Controller Lampu Penerangan LED (Light Emitting Diode) Independent Bertenaga Surya. *JURNAL GAMMA*, 10.

- [13] Surjono, H. D. (2007). *Elektronika: Teori dan Penerapan*. Jember: Penerbit Cerdas Ulet Kreatif.
- [14] Edi, S., & Bobihoe, J. (2010). *Budidaya Tanaman Sayur*. Jambi: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi.
- [15] Sito, J. (2001). Bercocok Tanam Sawi (Caisin). *liptan*.
- [16] K, A. N. (2012). *Teknik Budidaya Tanaman Sawi (Brassica rapa L) dengan Kaidah atau Cara yang Tepat di Asosiasi Aspakusa Makmur Boyolali, Jawa Tengah*. Universitas Sebelas Maret, Agribisnis Hortikultura. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [17] Setiawati, W., Murtiningsih, R., Sopha, G. A., & Handayani, T. (2007). *Petunjuk Teknis Budidaya Tanaman Sayuran*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- [18] *Datasheet 5050 SMD 60 LED/m Indoor Strip LED*. (n.d.).
- [19] *Data Sheet 2835 SMD 60 LED/m Indoor Strip LED*. (n.d.). ilker elektronik.
- [20] *4 in 1 Anemometer, Humidity Light Meter, Thermometer Model : LM-8000A*. (n.d.). Lutron Electronic.