

Optimasi Waktu Pemaparan Cahaya Monokromatik terhadap Produktivitas *Mikrogreens* Pakcoy melalui Sistem *Internet of Things*

Rais Nurwahyudin^{1*}, Bagus Setya Rintyarna²

^{1,2}Departemen Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

* Corresponding author: raisnurwahyudin@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang - tantangan meningkatnya kebutuhan pangan di Indonesia yang disebabkan oleh peningkatan populasi penduduk. Saat ini, masyarakat Indonesia yang semakin mengandrungi gaya hidup mengonsumsi makanan organik dan sehat, terutama sayuran. Namun, permintaan pasar akan sayuran tidak sejalan dengan semakin berkurangnya luas lahan pertanian, sehingga menciptakan masalah baru. Sebagai solusi alternatif, budidaya tanaman di dalam ruangan dengan konsep *urban farming* dan metode *microgreens* menjadi tren pertanian perkotaan yang sedang populer. *Microgreens* adalah tanaman muda yang dipanen pada tahap awal pertumbuhannya dan memiliki kandungan vitamin yang cukup tinggi serta bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia. Dalam budidaya *microgreens* secara *indoor*, intensitas cahaya yang optimal sangat penting untuk mempengaruhi proses fotosintesis pada tanaman. Penggunaan lampu LED merah dan biru telah terbukti memberikan dampak positif pada pertumbuhan tanaman. Kombinasi lampu LED merah, putih, dan biru selama 16 jam telah terbukti memberikan efek positif pada pertumbuhan. Selain cahaya penggunaan teknologi *internet of things* juga sangat membantu dalam mengimplementasikan sistem pertanian *urban farming*. Dalam penelitian ini akan membandingkan pertumbuhan *microgreen* pakcoy dengan rentang waktu paparan spektrum mulai dari 6 hingga 16 jam menggunakan bantuan cahaya monokromatik dengan pertumbuhan *microgreen* secara normal. Penggunaan sistem *internet of things* dengan protokol *Network Time Protocol* sebagai pengatur jadwal penyaliran lampu secara efektif.

Kata kunci: Cahaya monokromatik, *Internet of things*, *Microgreens*, *Urban farming*

Abstract

This research discusses the challenges of increasing food demand in Indonesia due to population growth. Currently, Indonesian society is increasingly inclined towards a lifestyle of consuming organic and healthy foods, especially vegetables. However, the market demand for vegetables does not align with the decreasing agricultural land, creating new problems. As an alternative solution, indoor plant cultivation with the concept of urban farming and the use of microgreens has become a popular trend in urban agriculture. Microgreens are young plants harvested at an early stage of growth, rich in vitamins, and beneficial for human health. In indoor microgreens cultivation, optimal light intensity is crucial to influence the photosynthesis process in plants. The use of red and blue LED lights has been proven to have a positive impact on plant growth. The combination of red, white, and blue LED lights for 16 hours has been found to promote positive effects on growth. Besides light, the use of Internet of Things (IoT) technology is also instrumental in implementing urban farming systems. This research will compare the growth of pakchoy microgreens exposed to different spectrum durations ranging from 6 to 16 hours using monochromatic light with the growth of microgreens under normal conditions. The use of the Internet of Things system with the Network Time Protocol as a light scheduling regulator proves to be effective.

Keywords: Internet of things, Microgreens, Monochromatic light, Urban farming

PENDAHULUAN

Setiap tahun, jumlah penduduk di Indonesia mengalami peningkatan sangat signifikan. Pada tahun 2020, populasi Indonesia tercatat mencapai 270,20 juta jiwa, terhitung mengalami kenaikan sebesar 32,56 juta jiwa dibandingkan dengan data pada tahun 2010 (Sensus Penduduk, 2020). Pertambahan jumlah penduduk yang terus berlanjut ini juga berdampak pada meningkatnya kebutuhan pangan, yang menjadi tantangan besar bagi masyarakat Indonesia saat ini.

Sayuran memiliki peranan penting dalam menentukan pilihan makanan sehat untuk meningkatkan fungsi metabolisme dan sistem kekebalan tubuh manusia, saat ini gaya hidup mengkonsumsi makanan organik nan sehat telah menjadi tren yang semakin populer. Minat akan konsumsi makanan berbahan dasar sayur semakin meningkat mengakibatkan permintaan pasar akan sayur sangatlah tinggi namun tidak selaras dengan semakin berkurangnya luasan lahan pertanian sehingga menjadi masalah yang harus diperhatikan. Sebagai solusi alternatif budidaya tanaman di dalam ruangan dengan konsep *urban farming* menjadi salah satu tren pertanian perkotaan yang sedang naik daun saat ini (Khasanah, 2021), penanaman dengan metode *microgreens* menjadi tren yang cukup digandrungi oleh masyarakat perkotaan guna memanfaatkan lahan yang minim dan terbatas. *Microgreens* adalah tanaman muda yang dipanen dan dapat dikonsumsi dalam ukuran kecil pada tahap pertumbuhan awal. Secara khusus, *microgreens* berbeda dari kecambah dan sayuran hijau biasa. Waktu panen untuk *microgreens* berkisar antara 7 hingga 14 hari setelah fase perkecambahan, tergantung pada jenis tanaman dan perkembangan kotiledon. *Microgreens* memiliki kandungan vitamin yang cukup kompleks dan bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia. *Microgreens* mengandung vitamin 4 – 6 kali lebih tinggi dibandingkan dengan sayuran dewasa karena masih menggunakan nutrisi bawaan dari tanaman itu sendiri sehingga meminimalisir penggunaan pupuk.

Intensitas cahaya yang optimal sangatlah penting dalam budidaya *microgreen* secara indoor sangat mempengaruhi proses fotosintesis pada *microgreen* dalam proses terjadinya fotosintesis, klorofil dapat menyerap gelombang biru dengan Panjang gelombang (400 – 500 nm) hingga merah sebanyak (600 – 700 nm) sehingga cahaya buatan yang dirancang untuk pertumbuhan tanaman harus memancarkan gelombang yang terukur dan sesuai dengan kebutuhan tanaman (Ikrarwati *et al.*, 2020). Banyak penelitian tentang pemanfaatan lampu LED pada tanaman telah dilakukan (Ribeiro *et al.*, 2022). menemukan bahwa lampu LED merah memiliki dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman.

Sedangkan, (Kong *et al.*, 2019) menemukan bahwa kombinasi lampu LED merah-biru memberikan dampak pertumbuhan tanaman yang sangat baik. Menurut (As'adiya & Murwani, 2021). (Rahmani *et al.*, 2021) Penggunaan lampu LED dalam budidaya microgreen kangkung dapat memberikan manfaat dalam mempercepat proses panen. Lampu LED biru memiliki kemampuan untuk merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti pertumbuhan daun dan akar. Sementara itu, lampu LED merah dapat mempercepat proses pembungaan, yang penting untuk produksi biji atau buah. Dengan mengatur kombinasi yang tepat antara lampu LED biru dan merah, dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman kangkung dalam budidaya indoor, mempercepat waktu panen, dan mendapatkan hasil yang lebih optimal. Penggunaan kombinasi lampu LED merah, putih, dan biru selama 16 jam telah terbukti memberikan berbagai efek positif pada pertumbuhan selada. Kombinasi ini memungkinkan penyediaan spektrum cahaya yang optimal untuk proses fotosintesis. Lampu LED merah memberikan rangsangan yang diperlukan untuk mempercepat proses pembungaan dan pembentukan buah, sementara lampu LED biru merangsang pertumbuhan vegetatif seperti pertumbuhan daun dan akar. Penggunaan cahaya putih dalam kombinasi ini diharapkan dapat memberikan spektrum cahaya yang seimbang, yang mendukung proses fotosintesis secara lebih efisien. Selain cahaya, faktor lain yang memiliki pengaruh signifikan terhadap fotosintesis tanaman adalah ketersediaan karbon dioksida (CO₂), air, dan nutrisi. Tanaman memerlukan CO₂ sebagai bahan baku dalam proses fotosintesis, sedangkan air dan nutrisi merupakan faktor penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara keseluruhan. Menjaga keseimbangan yang baik antara cahaya, CO₂, air, dan nutrisi yang menjadi variabel utama untuk mencapai pertumbuhan yang baik sehingga menghasilkan panen yang optimal dalam budidaya selada maupun jenis tanaman lainnya. Proses fotosintesis yang optimal akan menghasilkan pertumbuhan tanaman yang maksimal. Salah satu teknologi yang dikembangkan untuk menghasilkan pertumbuhan tanaman yang maksimal.

METODE

Penelitian ini dilakukan di laboratorium sistem control universitas Muhammadiyah jember dengan durasi pengambilan data selama 14 hari. Populasi dalam penelitian ini adalah satuan lahan buatan berupa inkubator dengan tinggi 100 cm dan lebar 60 cm. Sampel dalam penelitian diambil dengan metode eksperimental dengan membandingkan *microgreen* yang ditanam secara terbuka dengan *microgreen* yang ditanam secara *indoor* dengan perlakuan paparan sinar kombinasi cahaya monokromatik merah, biru dan putih

dengan durasi waktu 6 – 16 jam menggunakan sistem internet of things sebagai pengendali dan pengatur jadwal nyala lampu. Data perbandingan diperoleh dari pengukuran hipokotil *microgreen* dan juga pancang akar serta perbedaan warna daun secara kasat mata.

Dalam penelitian ini mengkombinasikan cahaya monokromatik secara terukur dengan rentang intensitas cahaya sebanyak 9000 lux yang terkoneksi dengan sistem kendali berbasis internet of things sehingga bisa dikendalikan secara *real time* dengan menggunakan protokol *Network Time Protocol* yang kemudian di visualisasikan dalam bentuk aplikasi android dan web yang bisa diakses kapan saja dan dimana saja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kombinasi cahaya monokromatik bertujuan untuk mengetahui respon dari *microgreen* pakcoy ketika diberi kombinasi cahaya monokromatik dengan spektrum warna sepanjang 800 nm. Dalam penelitian kali ini peneliti berfokus pada pertumbuhan tinggi hipokotil tanaman *microgreen* pakcoy ketika diberi pancaran kombinasi cahaya monokromatik dengan durasi penyinaran 6 hingga 16 jam dengan masa penyinaran selama 14 hari. Perbedaan panjang akar dan tinggi *microgreen pakcoy* seperti pada gambar dibawah ini.

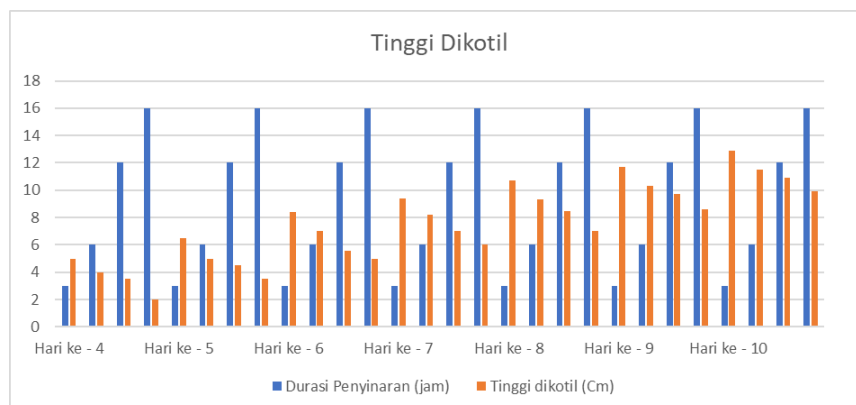


Gambar 1. Perbedaan tinggi hipokotil berdasarkan durasi penyinaran



Gambar 2. Kombinasi jenis cahaya monokromatik

Perbedaan tinggi hipokotil dapat terlihat dengan jelas dimana P4 memiliki diameter yang paling tinggi dikarenakan durasi penyinaran yang hanya 3 jam mengakibatkan microgreen pakcoy mengalami etiolasi yakni pertumbuhan tanaman relatif lebih cepat namun menjadi kurus dan tidak kokoh berakibat dari kurangnya cahaya yang diserap oleh tanaman, tumbuhan yang kekurangan intensitas cahaya saat pertumbuhan dapat mengalami gejala etiolasi, dibuktikan dengan batang kecambah akan tumbuh lebih tinggi namun lebih kecil. Etiolasi terjadi karena kurangnya pasokan cahaya yang diterima oleh tanaman hingga fungsi auksin sebagai penunjang sel – sel pada tanaman menjadi lebih optimal. Namun sebaliknya jika microgreen pakcoy mendapat paparan cahaya yang cukup akan berdampak pada pertumbuhan hipokotil yang lebih rendah seperti pada pakcoy dengan kode P3 dengan durasi 6 jam, P2 berdurasi 9 jam dan P1 berdurasi 16 jam penyinaran. Dengan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa semakin rendah intensitas dan durasi cahaya yang diterima akan berdampak pada tinggi hipokotil yang akan semakin tinggi seperti pada diagram dibawah ini.

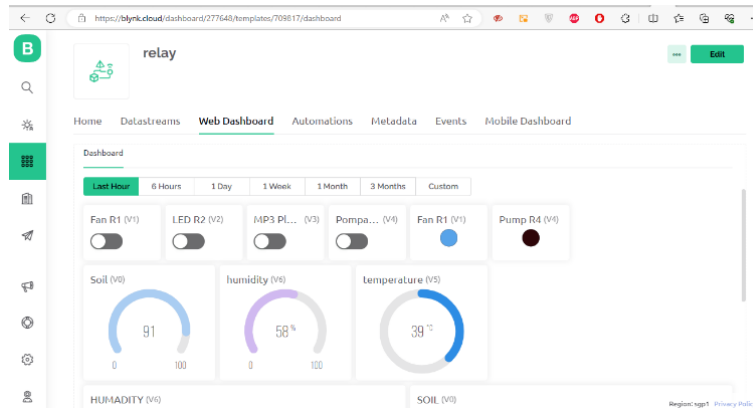


Gambar 3. Tinggi dikotil berdasarkan durasi penyinaran

Berdasarkan hasil data pengamatan membuktikan bahwa semakin lama durasi penyinaran kombinasi cahaya monokromatik maka akan membuat laju pertumbuhan microgreen pakcoy lebih pendek namun ukuran dikotil yang lebih besar dan kokoh, sehingga laju pertumbuhannya lebih stabil dan kokoh. Durasi penyinaran 12 hingga 16 jam cenderung menghasilkan rata- rata tinggi dikotil yang cukup rendah dan kokoh.

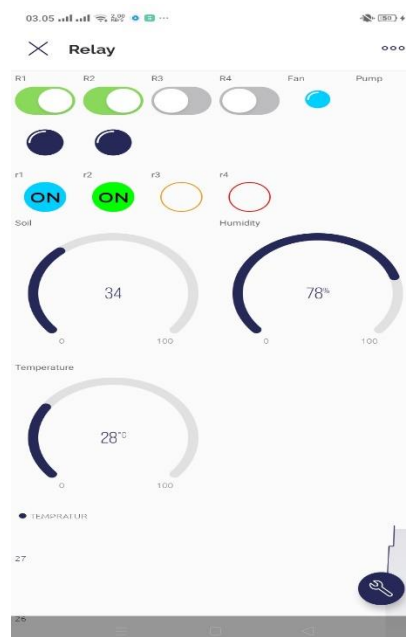
Pengujian aplikasi digunakan untuk mengetahui tingkat akurasi penjadwalan nyala lampu. Selama pengujian kami menguji berbagai kombinasi waktu penjadwalan untuk nyala dan mati lampu , Hasil dari pengujian ini diharapkan dapat memberikan wawasan

tentang efektivitas dan konsistensi penggunaan aplikasi Blynk untuk mengontrol dengan server kemudian pengguna akan dihadapkan pada tampilan dashboard yang dapat diakses melalui website maupun aplikasi smartphone, seperti pada berikut.



Gambar 4. Tampilan *blynk web Server*

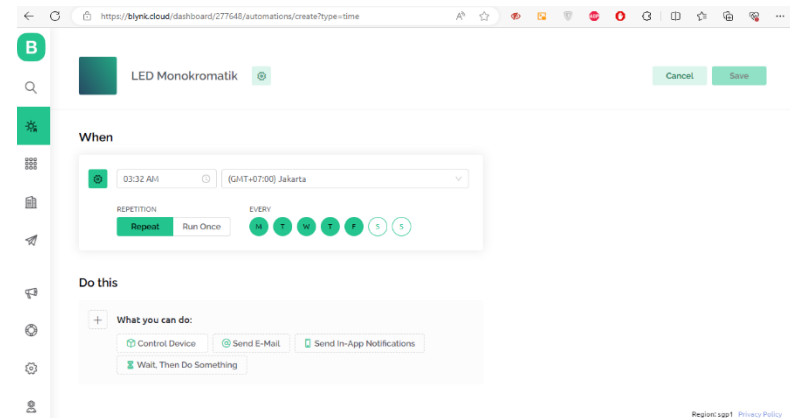
Tampilan dashboard website memiliki kelebihan dapat diakses melalui perangkat smartphone maupun desktop dengan memanfaatkan browser bawaan, sehingga pengguna tidak perlu menginstall aplikasi pihak ketiga.



Gambar 5 Tampilan *blynk android*

Tampilan dari aplikasi blynk versi android tidak terlalu jauh berbeda dari tampilan versi website namun untuk mengaksesnya pengguna perlu menginstall aplikasi blynk

melalui play store terlebih dahulu. Fungsi saklar virtual pada aplikasi blynk berfungsi untuk menggantikan saklar fisik pada alat dan dapat dikendalikan melalui sistem internet of things sehingga setting waktu dapat mengikuti protokol *Network Time Protokol* (NTP) berbasis server dan dapat secara otomatis menyesuaikan waktu berdasarkan zona waktu yang dipilih. Penjadwalan nyala lampu dan sonic bloom secara virtual dapat diakses melalui browser maupun aplikasi blynk versi android dengan penjadwalan secara berulang dan teratur.



Gambar 6 Pengaturan Jadwal LED

Penggunaan protokol *Network Time Protokol* (NTP) memudahkan penyesuaian zona waktu tanpa harus menggunakan modul *Real Time Clock* (RTC) sehingga satuan waktu mengikuti pengaturan server guna memudahkan pengguna dengan protokol yang lebih mudah untuk diakses secara virtual.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan Penggunaan kombinasi cahaya monokromatik pada microgreen pakcoy memiliki dampak yang sangat baik pada pertumbuhan microgreen dengan durasi optimal pada 16 jam penyinaran dan 6 jam untuk minimal penyinaran. Durasi penyinaran kombinasi cahaya monokromatik dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan target pertumbuhan tinggi dikotil dengan ambang maksimal waktu penyinaran mencapai 16 jam. Berdasarkan hasil uji paparan kombinasi cahaya monokromatik memberikan dampak pertumbuhan yang sangat baik dibuktikan dengan panjang dikotil yang ideal dan lebih kokoh dibandingkan microgreen pada umumnya. *Microgreen* dengan paparan kombinasi cahaya monokromatik cenderung memiliki warna klorofil yang lebih gelap dan segar. Dikotil microgreen pakcoy yang terpapar kombinasi cahaya monokromatik cenderung lebih renyah dan mengandung kadar air yang cukup baik.

Guna meningkatkan kinerja alat diperlukan pemrosesan citra digital guna mengukur tinggi dikotil, lebar daun, dan warna klorofil. Guna keberlangsungan penelitian jangka panjang perlu adanya kolaborasi interdisipliner keilmuan khususnya dibidang pertanian bioteknologi guna membuktikan hasil penelitian yang lebih baik. Kontras cahaya pada LED perlu ditambahkan pengatur tingkat intensitas cahaya guna penyesuaian kebutuhan intensitas cahaya. Perlunya penambahan sensor lux meter pada alat guna menambah akurasi dan mempermudah kalibrasi kebutuhan intensitas cahaya pada alat. Guna menambah fokus frekuensi yang dipancarkan perlu adanya penambahan peredam suara pada *smartplant microgreen*. Perlunya sistem dimmer yang bisa dikendalikan secara virtual guna mengatur kecerahan LED.

DAFTAR PUSTAKA

- As'adiya, L., & Murwani, I. (2021). Pengaruh Lama Penyinaran Lampu Led Merah, Biru, Kuning Terhadap Pertumbuhan Microgreen Kangkung (*Ipomoea reptant*). In *Jurnal Folium* (Vol. 5, Issue 1).
- Ikrarwati, F., Zulkarnaen, I., Fathonah, A., Nurmayulis, F., & Eris, F. R. (2020). Pengaruh Jarak Lampu LED dan Jenis Media Tanam Terhadap Microgreen Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Peran Teaching Factory Di Perguruan Tinggi Vokasi Dalam Mendukung Ketahanan Pangan Pada Era New Normal*, 15–25.
- Khasanah, N. (2021). a Urban Farming Sebagai Upaya Peningkatan Ekonomi Sulampua. *Medikonis*, 12(2), 10–19.
- Kong, Y., Kong, Y., Kong, Y., Kamath, D., Zheng, Y., Zheng, Y., & Zheng, Y. (2019). Blue versus Red Light Can Promote Elongation Growth Independent of Photoperiod: A Study in Four Brassica Microgreens Species. *Hortscience*.
- Rahmani, A. F., Mubarak, S., Soleh, M. A., & Prawiranegara, B. M. P. (2021). Evaluasi Kualitas Nutrisi Microgreen Bayam Merah dan Hijau Menggunakan Cahaya Buatan. *Kultivasi*, 20(3).
- Ribeiro, E. A., Gomes, C. H. B., Oliveira, L. B. de, Barros, D. I., Nunes, H. V., Leite, O. da C., Costa, A. O., Santos, P. M., Santana, G. H. R., Teixeira, I. R. B., Ferraresso, G. D. D. C., Vale, K. C. L., & Milhomem, R. M. (2022). Use of Different Artificial Lighting Spectra with Leds in Indoor Production of Arugula Microgreens (*Eruca sativa*). *International Journal of Plant & Soil Science*, 168–173.