

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH INTENSITAS CAHAYA PADA PERTUMBUHAN TINGGI TANAMAN CABAI MERAH (*CALCIUM ANNUM L.*) DENGAN ARDUINO SEBAGAI MICROCONTROLLER

Ike Bayusari¹, Anisa Dwi Sundari^{1*}, Bhakti Yudho Suprpto¹

¹ Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Palembang
Corresponding author: anisadwisundari@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini dilakukan untuk mengukur dan menganalisis pengaruh suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya pada pertumbuhan tanaman cabai merah menggunakan lampu LED putih, biru dan *grow light* sebagai sumber cahaya. Pengukuran dilakukan setiap hari pada jam 08.00, 12.00, 16.00, dan 20.00 WIB selama 70 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan terbaik terjadi pada box 7, di mana tanaman cabai merah menggunakan lampu LED *grow light* dengan jarak tetap 36 cm dari lampu ke tanaman. Suhu ideal yang ditemukan berkisar antara 27°C hingga 30°C, kelembapan antara 80% RH hingga 86% RH, dan intensitas lampu LED *grow light* berkisar antara 3000 hingga 4000 lux. Dengan menjaga jarak tetap antara lampu dan tanaman, pertumbuhan tinggi tanaman cabai merah mencapai 66,9 cm. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi intensitas cahaya yang stabil, suhu, dan kelembapan yang optimal berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah.

Kata Kunci: Cahaya, LED, Pertumbuhan, Cabai Merah

ABSTRACT: This research was conducted to measure and analyze the effect of temperature, humidity and light intensity on the growth of red chili plants using white, blue LED lights and grow lights as light sources. Measurements were carried out every day at 08.00, 12.00, 16.00 and 20.00 WIB for 70 days. The research results showed that the best growth occurred in box 7, where the red chili plants used LED grow lights with a fixed distance of 36 cm from the lamp to the plants. The ideal temperature found ranged from 27°C to 30°C, humidity between 80% RH to 86% RH, and the intensity of the LED grow light ranged from 3000 to 4000 lux. By maintaining a constant distance between the lights and the plants, the height of the red chili plants reaches 66.9 cm. This research shows that a combination of stable light intensity, optimal temperature and humidity has a significant effect on the growth of red chili plants.

Keywords: Light, LED, Growth, Red Chili

PENDAHULUAN

Indonesia, dengan iklim tropis basah yang terletak di sekitar garis khatulistiwa, menyediakan lingkungan ideal untuk pertanian berbagai jenis tanaman, terutama sayuran. Salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah cabai merah (*Capsicum annum L.*), yang membutuhkan sinar matahari untuk fotosintesis, proses yang mengubah cahaya menjadi energi untuk pertumbuhan. Fotosintesis memegang peran penting dalam pertumbuhan tanaman, dan kekurangan cahaya dapat menghambat proses ini, terutama bagi tanaman cabai yang membutuhkan paparan sinar matahari selama 10-12 jam setiap hari (Erwandri, 2012).

Pada setiap fase pertumbuhan, cabai memerlukan intensitas cahaya yang berbeda. Saat tanaman masih muda, diperlukan intensitas cahaya rendah, sedangkan dalam fase dewasa tanaman membutuhkan paparan sinar matahari penuh. Kekurangan cahaya dalam fase pertumbuhan ini dapat menyebabkan tanaman mengalami pertumbuhan lambat, batang yang lemah, dan produksi buah yang minim. Hal ini sering terjadi di Indonesia, terutama saat musim hujan ketika sinar matahari berkurang drastis, sehingga berdampak pada kualitas dan hasil panen cabai (Cahyono, 2007).

Sebagian besar petani di Indonesia masih menggunakan metode pertanian konvensional, yang sering kali tidak efektif saat perubahan iklim terjadi. Kondisi musim penghujan sering menyebabkan gagal

panen karena kekurangan sinar matahari, menurunkan kualitas cabai dan meningkatkan harganya di pasaran. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan lampu LED, yang dapat menggantikan peran sinar matahari dalam mendukung proses fotosintesis tanpa menghasilkan suhu tinggi, sehingga mengoptimalkan pertumbuhan tanaman bahkan dalam kondisi cuaca yang tidak ideal (Lindawati et al., 2015).

Dengan perkembangan teknologi, metode yang lebih efisien untuk budidaya cabai dapat diterapkan. Teknologi seperti lampu LED yang stabil serta pengukuran suhu dan kelembapan yang akurat, memungkinkan tanaman untuk tumbuh optimal meski dalam kondisi musim penghujan. Penggunaan teknologi ini tidak hanya mengatasi masalah kekurangan cahaya, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan hasil produksi tanaman cabai merah. Berdasarkan latar belakang ini, penelitian dilakukan untuk menganalisis pengaruh intensitas cahaya pada pertumbuhan tinggi tanaman cabai merah dengan menggunakan Arduino sebagai alat monitoring (Purnama, 2020).

TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik Cabai Merah

Cabai merah (*Capsicum annum L.*) merupakan tanaman hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan digemari di Indonesia karena cita rasa pedas serta kandungan gizi seperti vitamin A dan C (Ollo et al., 2019). Pada tahap awal, persemaian dilakukan selama 5-7 hari, kemudian dilanjutkan dengan pembibitan di polybag selama 21-30 hari untuk adaptasi sebelum ditanam di lahan terbuka. Tinggi tanaman cabai dalam periode tersebut berkisar antara 13,38 - 24,44 cm dengan pertumbuhan harian 0,1-0,2 cm, tergantung pada faktor seperti pupuk, jenis tanah, dan intensitas cahaya (Hidayah, 2020). Cabai merah tumbuh optimal pada suhu 26-28°C dan kelembapan 80-90%, memerlukan sinar matahari selama 6-10 jam per hari, atau dapat disinari lampu LED selama 12-16 jam dengan intensitas cahaya yang dibutuhkan antara 2.658-4.287 Lux (Hidayah, 2020; Firdhausi, 2018).

Lampu LED

Lampu LED memanfaatkan spektrum cahaya tampak antara 400-750 nm, yang ideal untuk mendukung proses fotosintesis. LED memiliki keunggulan seperti konsumsi daya yang rendah, sedikit menghasilkan panas, dan membantu mempercepat perkecambahan tanaman (Kobayashi et al., 2013). Awalnya, LED digunakan untuk

penerangan umum, namun dengan perkembangan teknologi, lampu LED kini diproduksi dengan panjang gelombang khusus untuk mendukung pertumbuhan tanaman, yaitu antara 390-710 nm. Dengan lampu LED, proses fotosintesis tanaman dapat berlangsung lebih lama, sehingga tanaman lebih produktif. Meski begitu, untuk menjaga kesehatan tanaman, penyinaran LED sebaiknya dibatasi tidak lebih dari 14-16 jam per hari (Haryadi, 2017).

Instalasi Penerangan

Instalasi penerangan bertujuan untuk mencapai tingkat pencahayaan yang sesuai agar memaksimalkan fungsi suatu ruangan. Fluks cahaya adalah energi radiasi yang dipancarkan setiap detiknya, diukur dalam lumen, dan dikaitkan dengan efisiensi daya lampu (Utomo et al., 2022). Intensitas cahaya menunjukkan jumlah energi radiasi yang diarahkan ke suatu titik, sedangkan intensitas penerangan atau iluminasi adalah kuat penerangan yang jatuh pada permukaan bidang, diukur dalam Lux. Intensitas penerangan akan berkurang seiring bertambahnya jarak sumber cahaya dari permukaan (Utomo et al., 2022).

Arduino

Arduino adalah modul mikrokontroler yang digunakan untuk mengontrol dan memberikan perintah kepada perangkat lain, dengan software Arduino IDE sebagai alat untuk memprogramnya (Firdhausi, 2018). Pada penelitian ini, Arduino Mega digunakan untuk memfasilitasi pengukuran intensitas cahaya, suhu, dan kelembapan di box tanaman.

Light Intensity Sensor GY-30 BH1750

Sensor GY-30 BH1750 digunakan untuk mengukur intensitas cahaya di lingkungan sekitar dengan rentang 1-65535 Lux. Sensor ini dapat melakukan pengukuran terus-menerus atau satu kali pengukuran sesuai mode yang dipilih (Purnama, 2020).

Sensor Suhu dan Kelembapan DHT22

Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan, dengan rentang pengukuran suhu 0°C-50°C dan kelembapan 20%-90%. Sensor ini sangat penting untuk menjaga kondisi optimal dalam pertumbuhan tanaman cabai merah (Firdhausi, 2018).

LCD I2C 20 x 4

LCD I2C20x4 merupakan layar yang digunakan untuk menampilkan data seperti intensitas cahaya, suhu, dan kelembapan yang diukur oleh sensor. Modul I2C mempermudah pemrograman dan membuat tampilan data lebih efisien (Kevin, 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan beberapa tahap yang mencakup studi literatur, perancangan, dan pengambilan data. Pertama, literatur terkait intensitas cahaya, suhu, kelembapan, dan pertumbuhan tanaman cabai merah dikaji untuk menentukan konsep penelitian. Selanjutnya, dilakukan perancangan alat, termasuk pembuatan box tanaman, pemasangan sensor suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya yang terhubung dengan Arduino Mega sebagai mikrokontroler. Pengambilan data dilakukan selama 70 hari dengan pengukuran setiap hari pada empat waktu berbeda (08:00, 12:00, 16:00, dan 20:00 WIB). Data yang diukur meliputi pertumbuhan tinggi tanaman, intensitas cahaya, intensitas penerangan, suhu, dan kelembapan di masing-masing box tanaman. Semua data dianalisis untuk mengidentifikasi pengaruh variasi intensitas cahaya terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengukur suhu, kelembapan, intensitas penerangan, intensitas cahaya, dan pertumbuhan tinggi tanaman cabai merah pada beberapa box tanaman yang diberi perlakuan berbeda. Pengukuran dilakukan setiap hari pada empat waktu (08:00, 12:00, 16:00, dan 20:00 WIB) selama 70 hari. Setiap box diberi perlakuan yang berbeda, baik dalam penggunaan lampu LED, variasi warna lampu, maupun jarak pencahayaan. Kemudian data pada masing-masing box akan dikaji dalam tabel 1 sampai tabel 5 dalam bentuk perhitungan rata-rata.

Dengan penjelasan detail grafik adalah sebagai berikut :

- Box 1 adalah box tanaman tanpa lampu LED.
- Box 2 adalah box tanaman dengan menggunakan lampu LED putih tanpa perlakuan (jarak awal lampu LED dan tanaman yaitu 36 cm).
- Box 3 adalah box tanaman dengan menggunakan lampu LED putih dengan perlakuan (jarak awal hingga akhir lampu LED dan tanaman selalu 36 cm).
- Box 4 adalah box tanaman dengan menggunakan lampu LED biru tanpa perlakuan.

- Box 5 adalah box tanaman dengan menggunakan lampu LED biru dengan perlakuan.
- Box 6 adalah box tanaman dengan menggunakan lampu LED grow light tanpa perlakuan.
- Box 7 adalah box tanaman dengan menggunakan lampu LED grow light dengan perlakuan.

Tabel 1 Suhu Rata – Rata Pada Box Tanaman Cabai

Suhu Rata – Rata Pada Box Tanaman Cabai (°C)				
Tempat / Waktu	08.00 WIB	12.00 WIB	16.00 WIB	20.00 WIB
Box 1	28,06 °C	30,01 °C	29,80 °C	26,62 °C
Box 2	27,92 °C	30,04 °C	29,93 °C	31,39 °C
Box 3	28,28 °C	29,76 °C	29,48 °C	30,35 °C
Box 4	28,15 °C	29,69 °C	29,37 °C	29,10 °C
Box 5	28,08 °C	29,7 °C	29,46 °C	28,39 °C
Box 6	28,03 °C	30,00 °C	29,85 °C	28,34 °C
Box 7	28,11 °C	30,28 °C	29,73 °C	27,87 °C

Suhu rata-rata yang tercatat pada semua box berada dalam rentang 27°C hingga 31°C, yang mendekati suhu optimal untuk pertumbuhan cabai merah, yaitu 28°C - 30°C. Box 2 mencatat suhu tertinggi sebesar 31,39°C pada pukul 20:00 WIB. Suhu yang terlalu tinggi seperti ini dapat menyebabkan tanaman mengalami stres yang berpotensi menghambat pertumbuhan. Sebaliknya, box dengan grow light, seperti Box 7, menunjukkan suhu yang lebih stabil dan berada dalam kisaran yang mendukung pertumbuhan optimal.

Tabel 2 Kelembapan Rata – Rata Pada Box Tanaman Cabai

Kelembapan Rata – Rata Pada Box Tanaman Cabai (%RH)				
Tempat / Waktu	08.00 WIB	12.00 WIB	16.00 WIB	20.00 WIB
Box 1	85,43	78,8	80,17	85,65
Box 2	86,09	78,97	79,61	82,51
Box 3	84,44	79,6	81,17	82,77
Box 4	85,3	79	81,39	82,06
Box 5	85,46	79,36	80,61	83,41
Box 6	85,9	79,07	79,74	82,27
Box 7	85,37	79,43	80,17	83,48

Kelembapan yang diukur pada setiap box berbanding terbalik dengan suhu. Pada box 2, kelembapan tercatat paling rendah, yaitu 74,94% pada pukul 20:00, sedangkan Box 1 memiliki kelembapan tertinggi sebesar 89,37% pada waktu yang sama. Kelembapan ideal untuk pertumbuhan cabai merah adalah antara 80% hingga 90%, yang berhasil dipertahankan di Box 4 hingga Box 7.

Kelembapan yang stabil ini membantu mendukung fotosintesis secara optimal pada tanaman cabai.

Tabel 3 Intensitas Penerangan Rata –Rata Pada Box Tanaman Cabai

Intensitas Penerangan Rata – Rata Pada Box Tanaman Cabai (lux)				
Tempat / Waktu	08.00 WIB	12.00 WIB	16.00 WIB	20.00 WIB
Box 1	5041,88	10229,76	8414,26	0
Box 2	5141,88	9994,39	8416,39	11230,68
Box 3	5208,09	9844,85	8351,38	10078,36
Box 4	5097,03	10167,5	8433,94	5025,13
Box 5	5026,51	9926,17	8566,68	3878,27
Box 6	5041,88	10022,05	8456,88	4432,93
Box 7	5113,31	10072,06	8621,4	3210,33

Intensitas penerangan yang diukur pada pagi hingga sore hari menunjukkan nilai yang relatif sama pada semua box, dengan puncaknya sekitar 10.000 lux pada siang hari. Namun, pada malam hari, intensitas penerangan bervariasi tergantung perlakuan pencahayaan. Box 7 yang menggunakan lampu grow light mencatat intensitas penerangan lebih rendah, yaitu sekitar 3.000 lux, dibandingkan Box 2 dan 3 yang menggunakan LED putih dengan intensitas penerangan mendekati 10.000 lux pada malam hari. Intensitas yang lebih rendah di Box 7 memungkinkan proses fotosintesis berjalan dengan baik tanpa kelebihan cahaya yang dapat merusak tanaman.

Tabel 4 Intensitas Cahaya Rata – Rata Pada Box Tanaman Cabai

Intensitas Cahaya Rata – Rata Pada Box Tanaman Cabai (candela)				
Tempat / Waktu	08.00 WIB	12.00 WIB	16.00 WIB	20.00 WIB
Box 1	401,42	814,47	669,92	0
Box 2	409,39	795,73	670,09	855,62
Box 3	414,65	783,82	664,91	802,41
Box 4	405,81	809,51	671,49	400,09
Box 5	400,19	790,30	682,06	308,78
Box 6	401,42	797,93	673,31	352,94
Box 7	407,11	801,91	686,41	255,6

Intensitas cahaya yang diukur dalam candela berbanding lurus dengan intensitas penerangan. Box 2 yang menggunakan LED putih tanpa perlakuan mencatat intensitas cahaya tertinggi pada malam hari sebesar

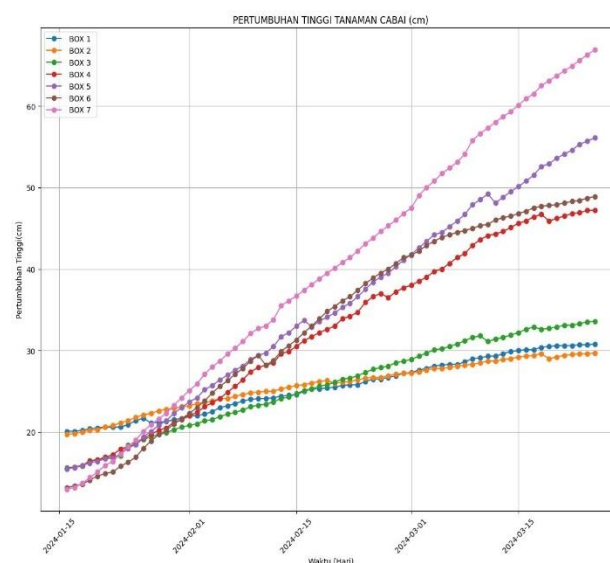
855,62 candela. Sebaliknya, Box 7 yang menggunakan grow light memiliki intensitas cahaya yang lebih rendah namun stabil, yaitu 255,60 candela. Kondisi ini memberikan keseimbangan pencahayaan yang optimal untuk mendukung pertumbuhan cabai merah.

Tabel 5 Pertumbuhan Tinggi Tanaman Cabai

Pertumbuhan Tinggi Tanaman Cabai (cm)		
Tempat / Waktu	16 Januari 2024	25 Maret 2024
Box 1	20,1 cm	30,8 cm
Box 2	19,6 cm	29,7 cm
Box 3	15,3 cm	33,6 cm
Box 4	15,5 cm	47,2 cm
Box 5	15,5 cm	56,1 cm
Box 6	13 cm	48,9 cm
Box 7	13 cm	66,9 cm

Pertumbuhan tinggi tanaman cabai merah selama 70 hari menunjukkan perbedaan yang signifikan antar box. Box 7 yang menggunakan lampu grow light dengan perlakuan jarak tetap mencatat pertumbuhan tertinggi, yaitu 66,9 cm. Sebaliknya, Box 2 yang menggunakan LED putih tanpa perlakuan mencatat pertumbuhan terendah, yaitu 29,7 cm. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan intensitas cahaya, suhu, dan kelembapan pada masing-masing box. Intensitas yang stabil di Box 7 mendukung pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan box lainnya.

Data hasil pengukuran dan perhitungan dari Tabel pertumbuhan tinggi tanaman kemudian akan di tampilkan dalam bentuk grafik untuk mempermudah proses analisis data.



Gambar 1. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Terhadap Waktu Pada Setiap Box Tanaman

Grafik ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman tercepat tercatat di Box 7, yang menggunakan lampu grow light dengan perlakuan, mencapai tinggi 66,9 cm setelah 70 hari. Di sisi lain, Box 2, yang menggunakan lampu LED putih tanpa perlakuan, menunjukkan pertumbuhan terendah dengan hanya mencapai 29,7 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pencahayaan yang stabil dan terkontrol, seperti pada Box 7, memberikan kondisi yang lebih optimal untuk pertumbuhan tanaman cabai merah.

Berikut ini merupakan gambar dari pertumbuhan tanaman cabai merah pada hari ke-70 penelitian (Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8).



Gambar 3 Tanaman Cabai Pada Box 2



Gambar 2 Tanaman Cabai Pada Box 1



Gambar 4 Tanaman Cabai Pada Box 3



Gambar 5 Tanaman Cabai Pada Box 4



Gambar 6 Tanaman Cabai Pada Box 5



Gambar 7 Tanaman Cabai Pada Box 6



Gambar 8 Tanaman Cabai Pada Box 7

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya, suhu, dan kelembapan sangat memengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman cabai merah. Box yang menggunakan lampu grow light dengan perlakuan jarak tetap (Box 7) menghasilkan pertumbuhan tertinggi, mencapai 66,9 cm, karena memiliki intensitas cahaya yang lebih stabil serta suhu dan kelembapan yang mendekati optimal. Sebaliknya, Box 2 yang menggunakan lampu LED putih tanpa perlakuan mengalami pertumbuhan terendah, hanya 29,7 cm, disebabkan oleh intensitas cahaya yang berlebihan dan suhu yang terlalu tinggi. Kondisi lingkungan yang stabil dengan pencahayaan yang tepat terbukti meningkatkan laju pertumbuhan tanaman, sedangkan pencahayaan yang tidak tepat dapat menghambat proses fotosintesis dan memperlambat pertumbuhan. Oleh karena itu, penggunaan teknologi seperti lampu grow light yang diatur dengan baik dapat meningkatkan hasil pertanian cabai merah, terutama dalam kondisi cuaca yang kurang mendukung.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, B. (2007). *Budidaya Cabai Merah*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Erwandri, A. (2012). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Permintaan Cabai Merah di Kota Surakarta. *Jurnal Agribisnis dan Agrikultura*, 4(2), 45-53.
- Firdhausi, A. (2018). Pengaruh Penyinaran Lampu LED terhadap Pertumbuhan Cabai Merah. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(1), 34-45.
- Haryadi, B. (2017). Efek Intensitas Cahaya Lampu LED pada Pertumbuhan Tanaman Hortikultura. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 6(3), 21-30.
- Hidayah, R. (2020). Pengaruh Variasi Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan Cabai Merah pada Sistem Hidroponik. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 11(2), 68-74.
- Kobayashi, K., Takahashi, N., & Tanaka, T. (2013). Light-Emitting Diode (LED) Technology for Improving Plant Growth. *International Journal of Plant Science*, 14(4), 89-97.
- Lindawati, T., et al. (2015). Penggunaan Lampu LED Sebagai Sumber Cahaya untuk Meningkatkan Fotosintesis pada Tanaman Cabai Merah. *Jurnal Pertanian Indonesia*, 2(1), 34-42.
- Olo, D., Fathurrahman, F., & Rifai, M. (2019). Analisis Kandungan Vitamin pada Cabai Merah (*Capsicum Annum L.*). *Jurnal Gizi dan Kesehatan*, 10(2), 105-111.

KESIMPULAN

Purnama, A. (2020). Monitoring Pencahayaan Tanaman dengan Sistem Arduino. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, 7(1), 57-63.

Utomo, B., Rizki, N., & Hanafi, R. (2022). Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan

Tanaman Hortikultura di Indonesia. Jurnal Teknologi Pertanian dan Lingkungan, 14(2), 78-87.