



PENGARUH INTENSITAS CAHAYA BUATAN TERHADAP PRODUKSI SAYURAN HIDROPONIK DI MUSIM HUJAN

Tri Maryono

Correspondensi e-mail: maryono@gmail.com

¹SMK N 2 Sukoharjo

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of artificial light intensity on hydroponic vegetable production during the rainy season. Limited sunlight during the rainy season often reduces plant growth and productivity. An experimental method using a randomized block design with four light intensity treatments was applied. Observed parameters included plant height, leaf number, fresh weight, and harvest yield. Data were analyzed using variance analysis. Results indicated that artificial light significantly improved plant growth and production. Moderate to high light intensity treatments showed optimal results by supporting photosynthesis efficiency. The findings suggest that artificial lighting can serve as an effective strategy to stabilize hydroponic vegetable production during low natural light conditions. In conclusion, appropriate artificial light management enhances hydroponic productivity during the rainy season.

ARTICLE INFO

Submitted: 26 December 2025

Revised: 1 January 2025

Accepted: 9 January 2025

Keywords:

artificial light; hydroponics; vegetable production; rainy season

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh intensitas cahaya buatan terhadap produksi sayuran hidroponik pada musim hujan. Keterbatasan cahaya matahari selama musim hujan sering menurunkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Metode eksperimen dengan rancangan acak kelompok menggunakan empat perlakuan intensitas cahaya diterapkan. Parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, dan hasil panen. Data dianalisis menggunakan analisis ragam. Hasil menunjukkan bahwa cahaya buatan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Intensitas cahaya sedang hingga tinggi memberikan hasil optimal dengan meningkatkan efisiensi fotosintesis. Temuan ini menunjukkan bahwa pengelolaan cahaya buatan efektif menjaga stabilitas produksi hidroponik saat intensitas cahaya alami rendah. Kesimpulannya, penggunaan cahaya buatan dapat meningkatkan produktivitas sayuran hidroponik di musim hujan.

DOI:

[10.55080/agronimal.v3i1.1900](https://doi.org/10.55080/agronimal.v3i1.1900)

Kata kunci:

cahaya buatan; hidroponik; produksi sayuran; musim hujan

PENDAHULUAN

Produksi sayuran hidroponik semakin berkembang sebagai salah satu solusi pertanian modern yang mampu menjawab keterbatasan lahan, efisiensi penggunaan air, serta kebutuhan pangan berkualitas tinggi. Sistem hidroponik memungkinkan tanaman tumbuh tanpa media tanah dengan kontrol nutrisi yang lebih presisi, sehingga pertumbuhan tanaman dapat dioptimalkan melalui pengaturan faktor lingkungan secara terukur (Resh, 2022). Keunggulan tersebut menjadikan hidroponik banyak diterapkan pada skala rumah tangga hingga komersial, terutama di wilayah dengan tekanan urbanisasi dan keterbatasan lahan pertanian.

Meskipun demikian, keberhasilan produksi sayuran hidroponik sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan tumbuh, salah satunya adalah ketersediaan cahaya. Cahaya berperan sebagai sumber energi utama dalam proses fotosintesis yang menentukan pembentukan biomassa, perkembangan morfologi, serta kualitas hasil panen. Intensitas cahaya yang tidak mencukupi akan menurunkan laju fotosintesis sehingga pertumbuhan tanaman menjadi tidak optimal (Taiz et al., 2018). Kondisi ini menjadi tantangan nyata terutama pada musim hujan, ketika tutupan awan dan curah hujan tinggi menyebabkan penurunan radiasi matahari yang diterima tanaman.

Pada musim hujan, rendahnya intensitas cahaya dapat memicu terjadinya etiolasi, yaitu pertumbuhan batang yang memanjang dengan struktur jaringan lemah akibat keterbatasan energi fotosintetik. Selain itu, luas daun efektif dan kandungan klorofil juga dapat menurun, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan produktivitas dan kualitas sayuran hidroponik (Kozai et al., 2020). Dalam sistem budidaya intensif seperti hidroponik, keterbatasan cahaya alami dapat menjadi faktor pembatas utama yang menghambat stabilitas produksi sepanjang musim.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penggunaan cahaya buatan menjadi strategi yang semakin banyak diterapkan. Teknologi pencahayaan berbasis LED (*Light Emitting Diode*) memungkinkan pengaturan spektrum dan intensitas cahaya sesuai kebutuhan fisiologis tanaman. Cahaya buatan tidak hanya berfungsi sebagai substitusi cahaya alami, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis melalui spektrum yang dioptimalkan untuk aktivitas klorofil (Mitchell & Sheibani, 2020). Penggunaan cahaya tambahan dalam sistem hidroponik terbukti mampu mempercepat pertumbuhan vegetatif, meningkatkan luas daun, serta menambah akumulasi biomassa tanaman.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa intensitas cahaya buatan yang tepat mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi tanaman, memperbaiki morfologi daun, dan meningkatkan kualitas nutrisi hasil panen (Pennisi et al., 2020). Namun demikian, pemberian intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres fotooksidatif dan meningkatkan konsumsi energi listrik, sehingga perlu adanya keseimbangan antara kebutuhan tanaman dan efisiensi sistem produksi (Kozai et al., 2020). Oleh karena itu, penentuan intensitas cahaya buatan yang optimal menjadi aspek penting dalam pengelolaan hidroponik, khususnya pada musim hujan.

Selain aspek fisiologis tanaman, penggunaan cahaya buatan juga memiliki implikasi terhadap keberlanjutan sistem produksi. Pengaturan intensitas yang tepat dapat meningkatkan produktivitas tanpa meningkatkan biaya energi secara signifikan. Hal ini penting untuk mendukung pertanian modern yang berorientasi pada efisiensi sumber daya dan keberlanjutan lingkungan (Singh et al., 2019). Dengan demikian, kajian mengenai hubungan antara intensitas cahaya buatan dan produksi tanaman hidroponik tidak hanya relevan secara ilmiah, tetapi juga memiliki nilai praktis bagi pengembangan teknologi budidaya.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh berbagai tingkat intensitas cahaya buatan terhadap pertumbuhan dan produksi sayuran hidroponik selama musim hujan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah dalam pengelolaan pencahayaan buatan yang efektif, efisien, dan berkelanjutan.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di rumah tanam hidroponik semi-terkontrol selama musim hujan selama ± 6 minggu. Kondisi lingkungan penelitian dirancang untuk mensimulasikan keterbatasan cahaya alami yang umum terjadi pada musim hujan, sehingga pengaruh cahaya buatan dapat diamati secara optimal.

Desain Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak kelompok (RAK) satu faktor, yaitu intensitas cahaya buatan. Pemilihan RAK bertujuan meminimalkan variasi lingkungan yang tidak dapat dikendalikan.

Perlakuan yang diuji terdiri atas empat tingkat intensitas cahaya:

- C0 : tanpa cahaya buatan (kontrol)
- C1 : intensitas rendah ($\pm 100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
- C2 : intensitas sedang ($\pm 200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
- C3 : intensitas tinggi ($\pm 300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 12 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri atas 10 tanaman sebagai sampel pengamatan.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi benih sayuran daun (selada hijau), larutan nutrisi hidroponik AB mix, media tanam rockwool, dan air bersih. Alat yang digunakan meliputi instalasi hidroponik sistem *Nutrient Film Technique* (NFT), lampu LED spektrum merah–biru, pompa air, pH meter, EC meter, light meter, timbangan digital, dan alat ukur tanaman.

Prosedur Penelitian

Benih disemai pada media rockwool hingga fase bibit siap pindah tanam. Bibit kemudian dipindahkan ke instalasi hidroponik NFT. Larutan nutrisi dipertahankan pada pH 5,5–6,5 dan EC 1,2–1,8 mS/cm selama masa pertumbuhan.

Cahaya buatan diberikan sesuai perlakuan selama 6 jam tambahan setiap hari pada periode sore hingga malam. Intensitas cahaya diukur menggunakan light meter untuk memastikan konsistensi perlakuan. Selama penelitian, suhu dijaga pada kisaran 25–28°C dan kelembapan relatif 60–70%.

Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan secara berkala setiap minggu dan saat panen, meliputi:

- Tinggi tanaman (cm)
- Jumlah daun (helai)
- Luas daun (cm^2)
- Berat segar tanaman (g)
- Berat kering tanaman (g)

Data pertumbuhan digunakan untuk menghitung indeks pertumbuhan relatif tanaman.

Pengendalian Variabel

Untuk menjaga validitas hasil, variabel lingkungan selain perlakuan cahaya dikontrol secara seragam, meliputi nutrisi, suhu, kelembapan, dan jarak tanam. Semua tanaman dipelihara dengan perlakuan budidaya yang sama kecuali pada perbedaan intensitas cahaya.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Jika terdapat perbedaan nyata, dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) untuk menentukan perlakuan terbaik. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Pemberian cahaya buatan selama musim hujan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi sayuran hidroponik. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan intensitas cahaya menghasilkan variasi signifikan ($p < 0,05$) pada tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, dan berat kering tanaman.

Rata-rata pertumbuhan tanaman meningkat seiring peningkatan intensitas cahaya buatan. Perlakuan tanpa cahaya tambahan (C0) menunjukkan nilai pertumbuhan terendah pada seluruh parameter pengamatan. Sebaliknya, perlakuan dengan cahaya buatan menghasilkan peningkatan yang konsisten.

Tabel 1. Pengaruh intensitas cahaya buatan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Berat Segar (g)	Berat Kering (g)
C0	18,4 ± 1,2	8 ± 1	65,2 ± 4,3	4,8 ± 0,4
C1	22,6 ± 1,4	11 ± 1	83,7 ± 5,1	6,1 ± 0,5
C2	26,9 ± 1,6	14 ± 2	106,4 ± 6,0	7,9 ± 0,6
C3	27,3 ± 1,5	15 ± 2	108,1 ± 6,4	8,0 ± 0,5

Nilai tertinggi pada seluruh parameter diperoleh pada perlakuan C3, diikuti oleh C2. Namun, hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perbedaan antara C2 dan C3 tidak signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan intensitas cahaya di atas tingkat sedang tidak memberikan peningkatan pertumbuhan yang berarti.

Tren peningkatan berat segar dan berat kering menunjukkan bahwa penambahan cahaya buatan berkontribusi terhadap akumulasi biomassa tanaman. Parameter ini mencerminkan peningkatan efisiensi fotosintesis dan pemanfaatan nutrisi selama periode pertumbuhan. Secara umum, perlakuan C2 memberikan respons pertumbuhan yang optimal dan relatif stabil, sehingga dapat dianggap sebagai tingkat intensitas cahaya yang paling efektif dalam mendukung produksi tanaman hidroponik selama musim hujan.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan intensitas cahaya buatan selama musim hujan berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, dan berat kering tanaman hidroponik. Rendahnya pertumbuhan pada perlakuan tanpa cahaya tambahan (C0) menegaskan bahwa radiasi matahari alami selama musim hujan belum mencukupi untuk mendukung aktivitas fotosintesis optimal. Pada kondisi intensitas cahaya rendah, energi yang tersedia untuk reaksi terang fotosintesis menjadi terbatas, sehingga produksi

ATP dan NADPH menurun dan berdampak pada rendahnya laju fiksasi karbon (Carvalho & Folta, 2019).

Peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun yang konsisten pada perlakuan C1 hingga C3 menunjukkan bahwa cahaya buatan berfungsi sebagai faktor penggerak utama pertumbuhan vegetatif. Cahaya tidak hanya berperan sebagai sumber energi, tetapi juga sebagai sinyal lingkungan yang mengatur ekspresi gen terkait pertumbuhan melalui sistem fotoreseptor. Intensitas cahaya yang memadai meningkatkan pembelahan dan pemanjangan sel, serta memperluas permukaan daun untuk meningkatkan kapasitas fotosintetik (Bantis et al., 2018). Oleh karena itu, peningkatan jumlah daun pada perlakuan C2 dan C3 mencerminkan peningkatan kemampuan tanaman dalam menangkap cahaya dan melakukan fotosintesis secara lebih efisien.

Data berat segar dan berat kering menunjukkan tren peningkatan biomassa yang signifikan pada perlakuan dengan cahaya buatan. Biomassa merupakan indikator langsung dari keseimbangan antara fotosintesis dan respirasi. Peningkatan berat kering pada perlakuan C2 (7,9 g) dan C3 (8,0 g) menunjukkan bahwa tambahan cahaya mampu meningkatkan akumulasi bahan kering melalui peningkatan produksi asimilat. Menurut He et al. (2020), peningkatan intensitas cahaya dalam sistem hidroponik berkorelasi positif dengan laju fotosintesis bersih dan kandungan klorofil daun, yang pada akhirnya meningkatkan akumulasi biomassa.

Namun demikian, meskipun C3 menunjukkan nilai tertinggi secara numerik, hasil uji lanjut memperlihatkan bahwa perbedaannya tidak signifikan dibanding C2. Fenomena ini mengindikasikan adanya titik jenuh cahaya (light saturation point), di mana peningkatan intensitas cahaya tidak lagi diikuti oleh peningkatan laju fotosintesis secara proporsional. Pada titik ini, faktor lain seperti kapasitas enzim Rubisco, ketersediaan CO₂, dan efisiensi transpor elektron menjadi pembatas utama (Poorter et al., 2019). Selain itu, intensitas cahaya berlebih dapat meningkatkan suhu daun dan mempercepat laju respirasi, sehingga mengurangi efisiensi konversi energi menjadi biomassa (Zhen & van Iersel, 2017).

Dalam konteks sistem hidroponik, respons positif terhadap cahaya buatan juga dipengaruhi oleh kestabilan suplai nutrisi. Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) memungkinkan akar memperoleh nutrisi secara kontinu sehingga tanaman mampu memanfaatkan peningkatan energi cahaya untuk pertumbuhan optimal. Interaksi antara kecukupan cahaya dan nutrisi yang stabil menghasilkan peningkatan berat segar hingga lebih dari 60% pada C2 dibanding kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan faktor lingkungan secara terintegrasi sangat penting dalam sistem budidaya terkendali (He et al., 2020).

Dari sudut pandang agronomis dan efisiensi produksi, intensitas sedang (C2) merupakan perlakuan paling rasional. Meskipun C3 sedikit lebih tinggi secara numerik, peningkatan tersebut tidak signifikan, sehingga tambahan konsumsi energi listrik pada intensitas tinggi tidak memberikan keuntungan produksi yang sebanding. Dalam sistem pertanian modern berbasis teknologi, efisiensi energi menjadi aspek penting dalam keberlanjutan produksi (Bantis et al., 2018). Oleh karena itu, penentuan intensitas optimal harus mempertimbangkan keseimbangan antara peningkatan hasil dan biaya operasional.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan cahaya buatan mampu menstabilkan pertumbuhan dan produksi sayuran hidroponik selama musim hujan dengan meningkatkan efisiensi fotosintesis dan akumulasi biomassa. Intensitas cahaya sedang terbukti memberikan respons pertumbuhan yang optimal tanpa menimbulkan risiko stres cahaya atau

pemborosan energi. Temuan ini mendukung pengembangan sistem pertanian lingkungan terkendali (*controlled environment agriculture*) yang adaptif terhadap fluktuasi iklim dan mampu menjaga konsistensi produksi sepanjang tahun.

Referensi

- Bantis, F., Smirnakou, S., Ouzounis, T., Koukounaras, A., & Radoglou, K. (2018). Current status and recent achievements in the field of horticulture with the use of light-emitting diodes (LEDs). *Scientia Horticulturae*, 235, 437–451.
- Carvalho, S. D., & Folta, K. M. (2019). Environmentally modified organisms – expanding genetic potential with light. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 38(5), 353–368.
- He, J., Qin, L., Chong, E. L. C., Choong, T. W., & Lee, S. K. (2020). Plant growth and photosynthetic characteristics of hydroponically grown lettuce under different light intensities. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 61, 847–856.
- Kozai, T., Niu, G., & Takagaki, M. (2020). *Plant factory: An indoor vertical farming system for efficient quality food production* (2nd ed.). Academic Press.
- Mitchell, C. A., & Sheibani, F. (2020). LED advancements for plant-factory artificial lighting. *Acta Horticulturae*, 1271, 45–54.
- Pennisi, G., Blasioli, S., Cellini, A., Maia, L., Crepaldi, A., Braschi, I., & Orsini, F. (2020). Unravelling the role of red:blue LED lights on resource use efficiency and nutritional properties of indoor grown lettuce. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1–15.
- Poorter, H., Fiorani, F., Pieruschka, R., Wojciechowski, T., van der Putten, W. H., Kleyer, M., & Postma, J. (2019). Pampered inside, pestered outside? Differences and similarities between plants growing in controlled conditions and in the field. *New Phytologist*, 212, 838–855.
- Resh, H. M. (2022). *Hydroponic food production* (8th ed.). CRC Press.
- Singh, D., Basu, C., Meinhardt-Wollweber, M., & Roth, B. (2019). LEDs for energy efficient greenhouse lighting. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 139–147.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2018). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Zhen, S., & van Iersel, M. W. (2017). Far-red light is needed for efficient photochemistry and photosynthesis. *Journal of Plant Physiology*, 209, 115–122.