

ANALISIS PENGARUH RADIASI NON-IONIZING DALAM PENGGUNAAN LAMPU LED PADA PERTUMBUHAN TANAMAN

Moch. Rifki Haryanto¹, Ami Widya Pitaloka¹, Amalia Rosyida Indriyani¹, Sudarti¹, Kendid Mahmudi¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jember

Email: riyann743@gmail.com

Abstract

In order to improve plant growth and productivity, the use of Light Emitting Diode (LED) lights has gained significant attention in contemporary agriculture. The purpose of this article is to examine how non-ionizing radiation from LED lights affects the growth of several plant species, such as pandanus, lettuce, pepper, kale, basil, and sunflower. As part of the research methodology, scholarly articles and research reports about the application of LED lights in agriculture were reviewed. Leaf area and plant height were among the data gathered. LED light intensity and distribution were measured using a specialized device for non-ionizing radiation analysis. The findings demonstrated how differently plants responded to the light spectrum produced by LED lights, with certain plants exhibiting noticeably better growth and yield quality. In conclusion, careful selection of the LED light spectrum can enhance plant development and yield without posing any risks due to non-ionizing radiation. Nonetheless, it is imperative to acknowledge the plausible hazards that non-ionizing radiation poses to flora and the ecosystem. An essential basis for future advancement in the use of LED lighting technology in contemporary agriculture is laid by this research.

Keywords: Non-ionizing Radiation, LED Lights, and Growth

Abstrak

Untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman, penggunaan lampu Light Emitting Diode (LED) telah mendapatkan perhatian yang signifikan dalam pertanian kontemporer. Tujuan dari artikel ini adalah untuk meneliti bagaimana radiasi non-ionisasi dari lampu LED mempengaruhi pertumbuhan beberapa spesies tanaman, seperti pandan, selada, lada, kangkung, kemangi, dan bunga matahari. Sebagai bagian dari metodologi penelitian, artikel ilmiah dan laporan penelitian tentang penerapan lampu LED di bidang pertanian ditinjau. Luas daun dan tinggi tanaman termasuk di antara data yang dikumpulkan. Intensitas dan distribusi cahaya LED diukur dengan menggunakan perangkat khusus untuk analisis radiasi non pengion. Temuan tersebut menunjukkan bagaimana tanaman merespons spektrum cahaya yang dihasilkan oleh lampu LED secara berbeda, dengan tanaman tertentu yang menunjukkan pertumbuhan dan kualitas hasil panen yang lebih baik. Kesimpulanannya, pemilihan spektrum lampu LED yang cermat dapat meningkatkan perkembangan dan hasil panen tanaman tanpa menimbulkan risiko apa pun akibat radiasi non-ionizing. Meskipun demikian, sangat penting untuk mengetahui bahaya yang mungkin terjadi akibat radiasi non-ionizing terhadap tanaman dan ekosistem. Dasar penting untuk kemajuan masa depan dalam penggunaan teknologi pencahayaan LED dalam pertanian kontemporer diletakkan oleh penelitian ini.

Kata kunci: Radiasi Non-Ionizing, lampu LED, Pertumbuhan

1. PENDAHULUAN

Radiasi non-ionisasi atau yang dikenal radiasi non-ionizing merupakan salah satu jenis radiasi elektromagnetik yang memiliki energi rendah dan tidak berpotensi

mengionisasi atau merusak materi genetik sel. Kisaran panjang gelombang radiasi non-ionisasi beragam, mulai dari inframerah, gelombang mikro, gelombang radio, cahaya tampak hingga ultraviolet (UV) dari spektrum elektromagnetik. Setiap jenis

radiasi non-ionisasi memiliki sifat dan efek yang berbeda-beda bergantung pada panjang gelombangnya. Menurut Halimatus, dkk radiasi non ionizing atau radiasi non pengion adalah radiasi elektromagnetik dengan energi rendah yang cukup untuk mengeluarkan molekul atau elektron, namun tidak cukup energi untuk mengionisasinya. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa radiasi non-pengion adalah radiasi yang tidak menimbulkan efek pengion ketika berinteraksi dengan materi (Halimatus et al.,2024). Jumingin menambahkan bahwa dalam kehidupan sehari-hari, radiasi non-ionisasi dari peralatan listrik sering dijumpai. Medan listrik dan magnet sebagai bentukan gelombang elektromagnetik mempunyai nilai yang berbeda-beda tergantung sumbernya (Jumingin et al.,2022).

Dalam konteks kesehatan manusia dan pertanian, radiasi non-ionisasi sering dipertimbangkan karena berdampak pada hewan, manusia, dan tanaman. Misalnya, sinar tampak dan sinar ultraviolet (UV) berperan penting dalam pertumbuhan tanaman dan fotosintesis. Di sisi lain, paparan radiasi gelombang mikro dari perangkat komunikasi nirkabel menjadi perhatian karena potensinya berdampak pada kesehatan manusia. Pentingnya memahami radiasi non-ionisasi adalah untuk memitigasi risiko potensi paparan. dalam konteks pertanian, lingkungan kerja dan kehidupan sehari-hari. Hal ini mencakup pemantauan paparan, penilaian risiko dan pengembangan pedoman atau peraturan untuk memastikan paparan yang aman terhadap manusia dan lingkungan.

Beberapa tahun terakhir, lampu LED (Light-Emitting Diode) menjadi pilihan populer dalam penanaman. Menurut Nugraha Dioda pemancar cahaya atau LED adalah dioda dengan fitur khusus. LED hampir sama dengan dioda biasa, namun jika pada dioda normal energi yang dilepaskan dalam bentuk panas (power loss), pada LED energi yang dilepaskan dalam bentuk radiasi Cahaya. LED dapat memancarkan cahaya monokromatik yang dihasilkan oleh pembiasan listrik maju dari sambungan pn. Efek ini disebut electroluminescence (Nugraha et al.,2020). Lampu LED memiliki banyak keunggulan dibandingkan lampu tradisional, termasuk masa pakai yang lama, efisiensi energi yang tinggi, dan spektrum cahaya yang dapat disesuaikan. Namun, diperlukan analisis lebih lanjut mengenai radiasi non-ionisasi dari lampu LED dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. Lampu LED menghasilkan spektrum radiasi non-ionisasi

yang luas, termasuk lampu biru, merah, dan hijau. Setiap spektrum cahaya mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Radiasi non-ionisasi yang dihasilkan lampu LED memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda. Tumbuhan menggunakan cahaya pada rentang panjang gelombang 400-700 nm, yang disebut radiasi aktif fotosintesis. Spektrum cahaya yang tepat sangat penting dalam mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Beberapa jenis tanaman yang umum digunakan dalam studi pertumbuhan tanaman dengan menggunakan lampu LED adalah tanaman basil, tanaman pandan, selada, bunga matahari, cabai dan kangkung. Setiap tanaman memiliki kebutuhan pencahayaan yang berbeda-beda, dan penggunaan lampu LED dapat disesuaikan dengan kebutuhan spektrum cahaya yang tepat pada setiap tanaman.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan lampu LED dengan spektrum cahaya yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Misalnya lampu merah dapat merangsang pembungaan dan produksi buah, sedangkan lampu biru dapat merangsang pertumbuhan vegetatif dan pembentukan daun. Namun, diperlukan analisis lebih lanjut untuk memahami pengaruh spektrum cahaya LED yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman basil, pandan, selada, bunga matahari, cabai, dan kangkung. Selain itu, terdapat analisis radiasi non-ionisasi mungkin faktor lain yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman seperti suhu, kelembaban dan nutrisi tanah harus diperhatikan.

Interaksi radiasi non-ionisasi dari lampu LED dan faktor lingkungan ini dapat menimbulkan dampak kompleks pada pertumbuhan tanaman. Dalam artikel ini, kami akan menganalisis secara mendalam radiasi non-ionisasi yang dihasilkan oleh lampu LED yang digunakan dalam tanaman basil, pandan, selada, bunga matahari, cabai dan kangkung. Kami menyelidiki pengaruh spektrum cahaya LED yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman dan mempertimbangkan faktor lingkungan lain yang mungkin mempengaruhi hasil analisis

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Radiasi Non-Ionizing

Radiasi non-ionizing dapat diartikan sebagai energi radiasi yang tidak bisa menginduksi proses ionisasi dalam suatu

media pada saat terjadi penyebaran energi melalui suatu media dan mengalami proses penyerapan. Radiasi jenis ini memiliki energi yang sangat rendah sehingga tidak memiliki energi yang cukup untuk mengionisasi suatu atom atau molekul pada tumbuhan dan tubuh manusia. Sehingga radiasi non-ionizing ini tidak berpotensi untuk merusak DNA atau menyebabkan mutasi genetik seperti yang disebabkan oleh radiasi ionisasi yang lebih kuat. Radiasi ini mengacu pada radiasi gelombang elektromagnetik dengan energi yang kecil meliputi; gelombang radio, gelombang mikro, cahaya tampak, infra merah, Sinar Ultra Violet. (LusiYanti, 2001)

Ditinjau dari namanya, radiasi non-ionizing tidak bisa mengionisasi atau memecah ion pada suatu atom, sehingga dampak dari paparan radiasi ini tidak terlalu luas. Radiasi non-ionizing biasanya mempunyai energi yang hanya mampu untuk mengubah struktur atom, tanpa memecah ion pada atom tersebut. Pada batas normal atau dalam jangka waktu yang singkat, paparan radiasi non-ionizing dianggap lebih aman daripada radiasi ionisasi, akan tetapi pada paparan berlebihan dari beberapa jenis radiasi non-ionizing seperti sinar UV, paparan sinar matahari atau paparan microwave yang berlebihan, juga dapat menyebabkan efek negatif pada kesehatan (Jumingin et al., 2022). Oleh karena itu, pada penggunaan paparan radiasi non-ionizing perlu dibatasi untuk mencegah risiko kesehatan yang tidak diinginkan.

2.2. Lampu LED

Komponen listrik yang dikenal sebagai dioda pemancar cahaya atau *Light Emitting Diode* disingkat LED, mampu menghasilkan cahaya monokromatik apabila menerima tegangan maju. Keluarga dioda yang terdiri atas bahan semikonduktor dikenal sebagai LED. Jenis bahan semikonduktor yang digunakan dalam LED menentukan warna cahaya yang dipancarkannya. Sinar inframerah, yang tidak terlihat oleh mata manusia, adalah fitur lain dari LED yang sering kita jumpai pada remote control TV dan remote control perangkat elektronik lainnya (Fatmawati et al, 2020).

Proses fotosintesis pada tanaman memiliki beberapa factor penting yang membantu keberlangsungannya, salah satunya yaitu intensitas cahaya (Syafriyudin, 2015). Lampu LED merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan pencahayaan. Keterbatasan

ruangan yang kekurangan sinar matahari dapat diatasi dengan penggunaan lampu LED dalam sistem hidroponik dalam ruangan, sehingga memungkinkan terjadinya fotosintesis yang optimal pada tanaman. Lampu LED sebaiknya hanya digunakan selama 14-16 jam sehari untuk memastikan tanaman yang sehat (Indisari, 2019).

Berbagai warna cahaya tambahan akan berdampak pada pertumbuhan tanaman. Tanaman dapat menyerap cahaya dalam kisaran panjang gelombang tertentu yang sesuai dengan masing-masing warna. Proses fotosintesis pada tanaman dapat dipengaruhi oleh panjang gelombang cahaya yang diterimanya (Wiguna et al, 2017).

2.3. Pengaruh Lampu LED terhadap Pertumbuhan Tanaman

Penerangan tambahan seperti LED, lampu neon, dan lampu pijar telah digunakan dalam budidaya tanaman sebagai pengganti sinar matahari. LED memiliki banyak keunggulan dibandingkan lampu taman tradisional. Ukurannya yang kecil, daya tahan, masa pakai yang lama, suhu emisi yang sejuk, dan kemampuan memilih panjang gelombang tertentu untuk respons yang diarahkan ke pabrik membuat LED lebih cocok untuk tanaman dibandingkan banyak sumber cahaya lainnya (Sihotang, 2024).

Kelebihan penggunaan lampu LED adalah spektrum cahaya yang sempit, konsumsi daya yang lebih rendah dibandingkan lampu neon dan lampu pijar, serta panas yang dihasilkan lampu LED lebih sedikit dibandingkan lampu lainnya. Tumbuhan tidak dapat menyerap semua warna cahaya. Warna cahaya yang diserap tanaman adalah cahaya merah dan biru, dimana cahaya merah dan biru baik untuk pertumbuhan tanaman karena klorofil menyerap cahaya merah dan biru sehingga fotosintesis bekerja maksimal (Novianto dan Setiawan, 2019).

Lampu LED berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Salah satu keunggulan utama lampu LED adalah kemampuannya dalam menghasilkan spektrum cahaya yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Tanaman membutuhkan cahaya merah dan biru untuk fotosintesis yang efisien, dan lampu LED dapat menciptakan kombinasi yang tepat dari spektrum ini (Sihotang, 2024). Selain itu, lampu LED juga memiliki efisiensi energi yang tinggi sehingga lebih hemat energi dibandingkan lampu tradisional. Hal ini

memungkinkan Anda menggunakan lampu LED lebih lama tanpa harus khawatir dengan biaya energi yang tinggi. Keunggulan lainnya adalah kemampuan lampu LED dalam menghasilkan panas yang sedikit, sehingga suhu di sekitar tanaman dapat terkontrol dengan baik. Lampu LED juga dapat mempengaruhi fase pertumbuhan tanaman, seperti fase pertumbuhan dan tahap pembungaan, dengan mengatur kombinasi spektrum cahaya yang tepat.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif melalui resensi artikel. Metode ini digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi dari artikel yang berkaitan dengan topik penelitian. Metode penelitian ini membantu peneliti untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi yang berkaitan dengan topik penelitian. Metode ini memungkinkan peneliti untuk lebih memahami topik penelitian dan mengidentifikasi temuan penting dari artikel. Dengan menggunakan metode penelitian deskriptif, peneliti dapat membuat gambaran menyeluruh tentang topik penelitian yang diteliti melalui ulasan artikel. Metode ini dapat digunakan dalam berbagai bidang penelitian seperti ilmu sosial, ilmu pendidikan, psikologi, dan lain-lain. Teknik analisis data penelitian ini diterapkan untuk memecahkan analisis dan rumusan masalah yang ada. Informasi ini digunakan untuk mempelajari pengaruh penggunaan lampu LED terhadap pertumbuhan tanaman. Untuk penulisan artikel ini, data disajikan secara deskriptif untuk memberikan informasi tentang pengaruh penggunaan lampu LED terhadap pertumbuhan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki bagaimana pencahayaan LED mempengaruhi pertumbuhan berbagai tanaman. Tanaman microgreens basil, pandan, selada, microgreens bunga matahari, cabai, dan microgreens kangkung adalah tanaman yang digunakan dalam penelitian ini. Tanaman-tanaman ini dipilih secara acak dan dengan berbagai cara untuk menentukan bagaimana tanaman yang berbeda akan berkembang dengan adanya lampu LED.

Terdapat banyak faktor, termasuk jumlah cahaya yang diterima tanaman selama fotosintesis, mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Karena efisiensinya yang sangat baik dan spektrum cahayanya

yang mudah beradaptasi, lampu Light Emitting Diode (LED) telah mendapatkan popularitas sebagai pilihan untuk pencahayaan tanaman dalam ruangan pada beberapa tahun terakhir. Perlu diketahui bahwa radiasi non-ionisasi yang dihasilkan oleh LED dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Jenis radiasi elektromagnetik yang dikenal sebagai radiasi non-pengion tidak memiliki energi yang diperlukan untuk mengionisasi atom atau molekul. Tergantung pada jenis dan kaliber bohlam, lampu LED memancarkan berbagai bentuk radiasi non-pengion yang berbeda. LED menghasilkan cahaya dengan spektrum yang dapat disesuaikan agar sesuai dengan kebutuhan unik tanaman pada berbagai tahap pertumbuhan.

Microgreens adalah tanaman yang telah dibuang daun dan batangnya. Microgreens mengandung berbagai nutrisi, termasuk beta-karoten, vitamin C, vitamin E, dan vitamin B1. Microgreens dan kecambah memiliki bentuk yang mirip, meskipun memiliki perbedaan.

Tabel 1. Pengaruh lampu LED terhadap tanaman

Jenis Tanaman	Pengaruh	Pustaka
Basil	Jarak lampu LED mempengaruhi pertumbuhan jumlah daun dan tinggi tanaman <i>microgreens</i> basil. Semakin dekat jarak lampu LED dengan tanaman <i>microgreens</i> basil maka pertumbuhan jumlah daun dan tinggi tanaman semakin cepat bertumbuh.	Ikrawati, Zulkarnaen, Fathonah, Nurmayulis, dan Eris. 2020.
Pandan	Daya lampu LED 15 watt mempengaruhi pertumbuhan pandan. Akan tetapi, pertumbuhan pandan tidak berlangsung cepat namun bertumbuh secara signifikan.	Haryadi, Saputra, Wijayanti, Yusofa, Ferlis, Alizkan, dan Priane. 2017.
Selada	Hasil uji daya lampu LED 5 watt, 10 watt, dan 18 watt sangat mempengaruhi pertumbuhan fisik selada. Daya lampu LED 18 watt memiliki hasil lebih baik pada pertumbuhan selada daripada daya lampu LED 5 watt dan 10 watt. Seperti halnya pada pertumbuhan panjang daun, lebar daun, dan jumlah	Zakiyah, Prihandono, dan Yushardi. 2023.

	daun. Namun, warna daun tidak terdapat perubahan yang signifikan.	
Microgreens bunga matahari	Perlakuan lama penyinaran daya lampu LED 16 watt memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada variabel lebar kotiledon, tinggi hipokotil, dan uji klorofil. Hal ini didukung dengan lama penyinaran lampu LED selama 16 jam.	Solekha, Agustien, dan Priyanto. 2021.
Cabai	Rata-rata pertumbuhan tinggi cabai yang paling baik pada penyinaran lampu LED warna putih dengan daya 15 watt. Urutan pertumbuhan tinggi cabai dari yang paling cepat yaitu dimulai dari penyinaran lampu LED warna putih 1,5 cm, LED warna biru 0,69 cm, LED warna merah 0,67 cm, dan LED warna hijau 0,59 cm.	Umar, Aryani, Zamani, Nurjanah, dan Sari. 2022.
Microgreens Kangkung	Jenis lampu LED Biru menghasilkan jumlah daun tertinggi yaitu 2,00 helai pada 14 HST. Bobot segar per kotak tertinggi yaitu 18,36 g, LED Kuning menghasilkan panjang tanaman tertinggi 9,42 cm pada 14 HST.	As'adiya, dan Murwani. 2021.

Lingkungan di sekitar memengaruhi pertumbuhan tanaman, dan salah satu faktornya adalah Cahaya. Cahaya diperlukan untuk proses fotosintesis. Jika kebutuhan cahaya tanaman terpenuhi dengan baik dan intensitas cahayanya tepat tidak terlalu tinggi, maka hal tersebut tidak dapat membahayakan tanaman. Sehingga tanaman akan tumbuh dengan cepat. Hal ini terjadi sebagai hasil dari proses metabolisme yang mengubah komponen makanan menjadi elemen organik yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa jarak, daya, dan lama penyinaran lampu LED mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Lampu LED dengan jarak dekat sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan cepat. Pada penelitian tanaman microgreens basil, diketahui semakin dekat jarak lampu LED dengan tanaman microgreens basil maka pertumbuhan jumlah daun dan tinggi

tanaman semakin cepat bertumbuh. Dimana jarak yang semakin dekat antara lampu LED dan tanaman mengakibatkan intensitas cahaya yang diterima daun semakin besar. Semakin banyak intensitas cahaya yang diterima, maka semakin banyak jumlah daun yang dihasilkan.

Daya lampu LED tertinggi memberikan hasil terbaik pada pertumbuhan tanaman. Tanaman pandan diberikan paparan lampu LED dengan daya 15 watt memiliki rata-rata pertumbuhan 0,39 cm. Tanaman selada diberikan paparan lampu LED dengan daya 18 watt memiliki rata-rata pertumbuhan panjang daun sebesar 6,78 cm, rata-rata lebar daun sebesar 3,63 cm, dan rata-rata jumlah daun sebanyak 9,8. Tanaman microgreens bunga matahari diberikan paparan lampu LED dengan daya 16 watt memiliki rata-rata lebar kotiledon 1,35 cm selama 16 jam penyinaran. Kekuatan lampu LED dapat berdampak signifikan terhadap pertumbuhan tanaman, khususnya dalam hal fotosintesis dan perkembangan tanaman secara keseluruhan. Sehingga semakin besar daya lampu LED yang digunakan, maka semakin besar intensitas cahaya yang dihasilkan dan proses fotosintesis semakin cepat.

Spektrum warna lampu LED yang baik untuk pertumbuhan tanaman cabai yaitu spektrum warna putih. Rata-rata pertumbuhan tanaman cabai pada penyinaran lampu LED spektrum warna putih dengan daya 15 watt dihasilkan pertumbuhan tinggi sebesar 1,5 cm. Spektrum warna lampu LED yang baik untuk pertumbuhan tanaman microgreens kangkung yaitu spektrum warna biru sebesar 6,09 cm dengan lama penyinaran 5-6 jam. Lampu LED baik digunakan karena banyak manfaatnya, termasuk spektrumnya yang sempit, yang memungkinkan mereka untuk membuat panjang gelombang tertentu dan kurangnya radiasi panas, yang membolehkan penyerapan cahaya maksimum tanpa membahayakan tanaman. Setelah mencapai titik maksimumnya, pertumbuhan tanaman akan menurun akibat efek fotodegradasi dari cahaya yang diberikan secara terus menerus. Ketika tanaman mencapai titik jenuh cahaya, tanaman berhenti memproduksi energi fotosintesis dan malah menjadi perusak akibat fotodestruksi yang disebabkan oleh intensitas cahaya yang berlebihan. Sehingga penyinaran lampu LED pada tanaman disarankan untuk tidak terlalu lama. Spektrum warna juga memiliki peranan masing-masing. Seperti halnya lampu LED spektrum warna merah dan biru merupakan

cahaya utama yang dibutuhkan untuk perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa cahaya ini berfungsi sebagai sumber energi utama untuk asimilasi fotosintesis CO₂. Gelombang cahaya yang paling efektif untuk fotosintesis ditemukan dalam pencahayaan LED merah.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan lampu LED dengan intensitas cahaya yang optimal akan memberikan pengaruh yang signifikan pada pertumbuhan tanaman. Beberapa hal yang harus diperhatikan pada penggunaan lampu LED dalam pertumbuhan tanaman diantaranya jarak terhadap tanaman, daya lampu, dan spektrum warna lampu. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kedekatan jarak LED terhadap tanaman, daya lampu yang tinggi serta pemilihan spektrum warna lampu yang sesuai dengan jenis dan karakteristik tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tersebut. Akan tetapi perlu diperhatikan juga paparan cahaya yang terlalu lama dan intensitas cahaya lampu LED yang terlalu tinggi dapat merugikan tanaman dan mengakibatkan gejala fotodestruktif pada tanaman. Maka dari itu pada penggunaan lampu LED untuk pertumbuhan tanaman perlu disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik tanaman terhadap cahaya, karena penggunaan cahaya yang berlebihan akan memberikan dampak buruk bagi tanaman yang terpapar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan artikel ini, sehingga artikel ini dapat membantu pembaca memahami pengaruh lampu LED terhadap pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cahyo, Z. A. I., Rachmawati, A., Masjidha, R. N., & Azizah, N. (2022). Budidaya Tanaman Microgreens Sebagai Upaya Penerapan Urban Farming Di Kelurahan Jemur Wonosari Kota Surabaya. *Jurnal Penamas Adi Buana*, 6(01), 21-30. <https://doi.org/10.36456/penamas.vol6.no01.a5496>
- [2] Fatmawati, K., Sabna, E., & Irawan, Y. (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Riau Journal Of Computer Science*, 6(2), 124-134.
- [3] Haryadi, R., Saputra, D., Wijayanti, F., Yusofa, D. A., Ferlis, N. N., Alizkan, U., & Priane, W. T. (2017). Pengaruh cahaya lampu 15 watt terhadap pertumbuhan tanaman Pandan (*Pandanus Amaryllifolius*). *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 3(2): 100-109. <http://dx.doi.org/10.30870/gravity.v3i2.2594>
- [4] Hutapea, C. I., Kalesaran, L., & Ludong, D. P. (2023). Kajian Penggunaan LED pada Pertumbuhan Tanaman Kailan dengan Sistem Hidroponik Dalam Ruangan. *JURNAL BIOS LOGOS*, 13(2), 84-91. <https://doi.org/10.35799/jbl.v13i2.46426>
- [5] Ikrarwati, F. N. U., Zulkarnaen, I., Fathonah, A., Nurmayulis, F. N. U., & Eris, F. R. (2020, August). Pengaruh Jarak Lampu LED dan Jenis Media Tanam Terhadap Microgreen Basil (*Ocimum basilicum* L.). In *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture* (pp. 15-25). <https://doi.org/10.25047/agropross.2020.7>
- [6] Indirasari, S. S. (2019). The Linkages of Laboratory Facilities and Motivation to the Learning Outcomes of emarang Hight School. Semarang: *Students journal of Innovative Science Education*. 8(1): 86-91. <https://doi.org/10.15294/jise.v7i2.25074>
- [7] Irwandi, D. R., Azizah, C. D. N., Maharani, A. D. A., Yushardi, Y., Anggraeni, F. K. A., Meilina, I. L., & Cahyani, V. D. (2024). Pengaruh paparan medan magnet elf (extremely low frequency) 500μ terhadap proses kematangan tape singkong. *Jurnal Sains Riset*. 14(1), 1-9. <https://doi.org/10.47647/jsr.v14i1.2059>
- [8] Jumingin, J., Atina, A., Iswan, J., Haziza, N., & Ashari, B. (2022). Radiasi Gelombang Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Peralatan Listrik Di Lingkungan Universitas Pgri Palembang. *Journal Online Of Physics*, 7(2), 48-53. <https://doi.org/10.22437/jop.v7i2.17267>

- [9] Krisdianto, Y. W., & Suhardjono, H. (2022). Pengaruh penggunaan daya lampu led (light emitting diode) dan media tanam secara indoor terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.). *Jurnal Agrotech*, 12(2), 95-100. <https://doi.org/10.31970/agrotech.v12i2.100>
- [10] Lestari, D. I., Azizah, L. N., Nisa, K. A., Nurbaiti, U., & Fianti, F. (2021). Pengaruh Spektrum Cahaya Terhadap Perkecambah Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (Jupiter)*, 3(1), 11-18. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v3i1.5986>
- [11] Lutfi, M., Hanum, S. H., & Pudjiono, E. (2022). Pengaruh Jarak dan Warna Lampu Led (Light Emitting Diode) Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Microgreen Brokoli (*Brassica oleracea* L.). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 10(3), 242-251. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.03.08>
- [12] Nugraha, P. A., Rosdiana, E., & Qurthobi, A. (2020). Analisis Pengaruh Intensitas Dan Pola Pencahayaan Led (light Emitting Diode) Berwarna Putih Pada Pertumbuhan Tanaman Pakchoi (*brassica Rapa* L) Di Dalam Ruang. *eProceedings of Engineering*, 7(1): 1155-1162.
- [13] Nurgazali (2016). Gambaran Faktor Risiko Sindrom Fotokeratitis pada Pekerja Las di PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) Kota Makassar [Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar]. Repositori Digital UIN Alauddin Makassar. <https://repository.uin-alauddin.ac.id/9441>
- [14] 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*, 31(2), 191-204. <https://doi.org/10.24246/agric.2019.v31.i2.p191-204>
- [15] Sa'diyah, H., Fitria, N., Yusiana, S., Arista, R., Kelvin, M., Prihandono, T., & Mahmudi, K. (2024). Pengaruh radiasi extremely low frequency (elf) terhadap pertumbuhan tanaman. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*. 10(1), 173-179.
- [16] Sihotang, Y. (2024). Pengaruh Penggunaan Light Emitting Diode (Led) Spektrum Putih Dan Biru Dengan Metode Hidroponik Deep Flow Tehnique Terhadap Karakteristik Tanaman Selada (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS JAMBI). <https://repository.unja.ac.id/60490>
- [17] Slameto, S. (2023). Pengaruh lama penyinaran dan daya led growlight terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Pertanian Agros*, 25(2), 1624-1638. <http://dx.doi.org/10.37159/jpa.v25i2.2856>
- [18] Solekhah, S., Augustien, N., & Prijanto, B. (2021). Pengaruh Lama Penyinaran Lampu LED (Light Emitting Diode) terhadap Pertumbuhan Tanaman Microgreens Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) pada berbagai media tanam. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 23(2), 112-120. <https://doi.org/10.31186/jipi.23.2.112-120>
- [19] Syafriyudin, N.T.L. (2015). Analisis pertumbuhan tanaman krisan pada variabel warna cahaya lampu LED. *Jurnal Teknologi*, 8(1), 83-87.
- [20] Umar, S. R., Aryani, N. P., Zamani, H., Nurjanah, A. R., & Sari, R. K. (2022). Edukasi Pengaruh Pemberian Cahaya Lampu Pada Proses Pertumbuhan Tanaman Cabai Bagi Usaha Tani. *Jurnal Bina Desa*. 4(3), 394-400.
- [21] Wiguna, I. K. W., Wijaya, I. M. A. S., & Nada, I. M. (2017). Pertumbuhan tanaman krisan (*Crhysantemum*) dengan berbagai penambahan warna cahaya lampu LED selama 30 hari pada fase vegetatif. *BETA (Biosistem dan Tek. Pertanian)*, 3(2), 1-11.
- [22] Zakiyah, E., Prihandono, T., & Yushardi, Y. (2023). Pengaruh Daya Lampu Ultraviolet Light Emitting Diode (Led) Growth Terhadap Pertumbuhan Fisika Tanaman Selada Sistem Hidroponik. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 12(2), 68-75. <https://doi.org/10.19184/jpf.v12i2.38754>