

PENGARUH VARIASI DAYA DAN LAMA PAPARAN IRRADIASI LASER DIODE TERHADAP PEFORMA PERTUMBUHAN CASSAVA

¹⁾Dhenatra Rifqy Prasetyo, ²⁾Rini Khamimatul Ula, ³⁾Rohim Firdaus, ⁴⁾Nugrahani Primary Putri

¹⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: dhenatra.19062@mhs.unesa.ac.id

²⁾ Pusat Riset Fotonik, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Tangerang Selatan, email: rini007@brin.go.id

³⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: rohimfirdaus@unesa.ac.id

⁴⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: nugrahaniprimary@unesa.ac.id

Abstrak

Irradiasi laser adalah teknologi yang inovatif dan dapat diterapkan dalam bidang bioteknologi. Dengan menggunakan sinar laser yang terfokus, intens dan pada paparan waktu tertentu, teknologi ini memungkinkan dapat menstimulasi perkembangan dan pertumbuhan dari tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil dan mendeskripsikan hasil dari pengaruh irradiasi laser terhadap pertumbuhan. Irradiasi laser diberikan kepada sampel dengan variasi daya 1mW, 4mW, 6mW, dan 10mW, serta lama waktu paparan 30s, 40s, 50s, 60s, 70s, 80s, dan 90s. Hasil peforma pertumbuhan *Cassava* pada sampel D1T70 menunjukkan hasil yang cukup signifikan dibandingkan dengan kontrol yang ada, dengan menunjukkan tinggi batang akhir 65mm pada periode tanam selama 1 bulan.

Kata Kunci: Cassava, Fotobiostimulasi, Laser Dioda, Manihot Esculenta

Abstract

Laser irradiation is an innovative technology and can be applied in the field of biotechnology. By using laser beams that are focused, intense and at a certain time exposure, this technology makes it possible to stimulate the development and growth of plants. This study aims to analyze the results and describe the results of the effect of laser irradiation on growth. Laser irradiation was given to samples with various power of 1mW, 4mW, 6mW, and 10mW, and exposure times of 30s, 40s, 50s, 60s, 70s, 80s, and 90s. The results of Cassava growth performance in the D1T70 sample showed significant results compared to the existing control, showing a final stem height of 65mm in a planting period of 1 month.

Keywords: Cassava, Photobiostimulation, Laser Diode, Manihot Esculenta

I. PENDAHULUAN

Ketahanan pangan menjadi salah satu isu krusial bagi Indonesia pada tahun 2022. Saat ini Indonesia sangat bergantung pada komoditas pokok berupa beras (Rusdiana dkk, 2017), Jagung (Elviyana, 2014), dan umbi-umbian (Rismaya, 2021) Sebagai negara yang memiliki populasi yang tinggi, Indonesia mengalami tantangan dalam memenuhi kebutuhan pangan seluruh masyarakatnya. Meskipun pemerintah telah berupaya untuk meningkatkan produktivitas pertanian, namun masih terdapat berbagai masalah yang perlu diatasi, seperti perubahan iklim, kerusakan lingkungan, dan ketidakmerataan distribusi pangan (Badan Pangan, 2022). Salah satu langkah yang dilakukan oleh pemerintah adalah dengan meningkatkan program pemerataan pangan dan produktivitas pertanian melalui diversifikasi tanaman serta inovasi teknologi pertanian. Selain itu, pemerintah juga berupaya untuk meningkatkan aksesibilitas dan ketersediaan pangan di seluruh wilayah Indonesia dengan mengoptimalkan distribusi dan pengelolaan stok pangan (Badan Pangan, 2022). Meskipun demikian, Indonesia masih menghadapi beberapa tantangan dalam mencapai ketahanan pangan yang optimal. Salah satu tantangan utama adalah terkait dengan keterbatasan sumber daya dan infrastruktur, yang membuat sulitnya mengoptimalkan produksi pertanian di daerah-daerah tertentu. Selain itu, adanya perubahan iklim juga berdampak pada produktivitas pertanian di Indonesia, sehingga mengancam ketahanan pangan di masa depan (Badan Pangan, 2022).

Berdasarkan data Badan Pangan 2022 menunjukkan Indeks Ketahanan Pangan (IKP) kabupaten/kota, lima kabupaten dengan urutan skor terbaik adalah Tabanan (92,20), Badung (91,29) dan Gianyar (91,07) di Provinsi Bali, Sukoharjo (89,11) dan Wonogiri (88,15) di Provinsi Jawa Tengah. Berbeda dengan IKP terbaik, masih terdapat lima kabupaten dengan urutan skor terendah berada di Provinsi Papua, yaitu Nduga (15,66), Intan Jaya (17,21), Mamberamo Tengah (18,14), Puncak (18,27), dan Lanny Jaya (19,18). Berdasarkan data Badan Pangan (2022) IKP pada kabupaten/kota terbagi atas 6 golongan dengan masing masing nilai ambangnya. Kelompok 1 dengan indeks $\leq 41,52$, kelompok 2 dengan indeks $> 41,52 - 51,42$, kelompok 3 dengan indeks $> 51,42 - 59,58$, kelompok 4 dengan indeks $> 59,58 - 67,75$, kelompok 5 dengan indeks $> 67,75 - 75,68$, dan yang terakhir kelompok 6 dengan indeks $> 75,68$. Berdasarkan pengelompokan tersebut dapat diurutkan dari wilayah kelompok 1 merupakan kabupaten/kota yang memiliki kerentanan lebih tinggi daripada kelompok di atasnya, sebaliknya wilayah kelompok 6 merupakan kabupaten / kota merupakan wilayah dengan indeks ketahanan yang paling baik. Indonesia masih bergantung pada bahan pangan asal beras dan jagung, namun hingga saat ini menurut Badan Statistik Nasional (2021) terdapat 4,79% wilayah yang masih mengalami rawan pangan tingkat sedang dan buruk. Solusi yang bisa dilakukan yaitu dengan menyediakan bahan pangan pokok yang memiliki fungsi sebagai substitusi dari beras dan jagung, bahan pangan asal umbi kayu (Cassava) bisa menjadi pilihan yang tepat untuk mencukupi kebutuhan bahan pangan di Indonesia. Umbi - umbian merupakan bahan pangan pokok yang penting dengan kandungan pati yang cukup tinggi.

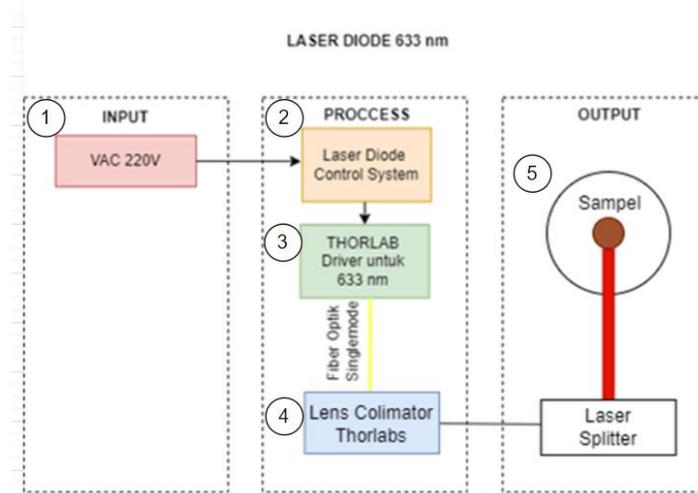
Cahaya matahari merupakan faktor utama dalam pertumbuhan dan kesuburan tanaman. Seperti yang kita ketahui, bahwa cahaya merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki spektrum diantara 380nm - 720nm (Lestari et al, 2021). Hingga saat ini belum diketahui pada spektrum berapa yang paling berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman. Sejak penerapan laser pertama pada tahun 1960, laser telah digunakan dalam berbagai aplikasi senjata militer dan industri pengawetan makan (Hasan et al, 2020 dan 2021). Saat ini, laser digunakan di bidang pertanian sebagai fotobiostimulasi karena penerapannya memiliki dampak positif terhadap proses biologis pertumbuhan. Ketika paparan laser diterapkan pada intensitas rendah, sinar laser memberikan efek fotobiostimulasi pada bibit. Fotobiostimulasi merupakan sebuah metode untuk menstimulasi tanaman dengan memberikan spektrum cahaya tertentu guna mempengaruhi pertumbuhannya. Dalam upaya memperoleh hasil panen yang lebih banyak, petani membutuhkan bibit berkualitas tinggi yang dapat menghasilkan pertumbuhan bibit yang cepat tumbuh dan seragam. Iradiasi laser merah (632,8nm) pada bibit jagung dapat meningkatkan laju pertumbuhan, produktivitas, panjang akar, tinggi, serta menstimulasi perkecambahan (Alsalmi et al, 2019).

PENGARUH VARIASI LAMA PAPARAN IRRADIASI LASER DIODE TERHADAP PEFORMA PERTUMBUHAN CASSAVA

II. METODE

A. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dimulai dengan persiapan alat dan bahan untuk proses irradiasi laser. Laser yang digunakan yaitu laser dengan panjang gelombang 633nm. Pada penelitian ini digunakan input daya dari listrik AC 220V untuk menjalankan sistem laser.



Gambar 1. Skema Irradiasi Laser Cassava

1. Input

Input berupa listrik dari PLN VAC 220V

2. Laser Diode Control Sistem

Laser Diode Control System berfungsi untuk mengatur arus yang akan masuk pada driver Laser

3. Thorlab Laser Driver 633nm

Sebuah perangkat yang nantinya berfungsi sebagai sumber cahaya laser

4. Lensa Cholimator

Lensa cholimator berfungsi sebagai sebuah perangkat untuk memfokuskan cahaya laser supaya berdiameter 6mm

5. Sample Cassava

Sebuah sample yang akan dikenai radiasi laser diode

B. Variabel Operasional Penelitian

1. Variabel Manipulasi

- Power Laser (1mW, 4mW, 6mW, dan 10mW)
- Intensitas paparan radiasi (30', 40', 50', 60', 70', 80', dan 90')

2. Variabel Kontrol

- Jenis Cassava (*Carvita 25*)
- Jenis laser (Laser Diode merah)

3. Variabel Respon

- Pertumbuhan batang bibit *Cassava*

C. Teknik Pengumpulan Data

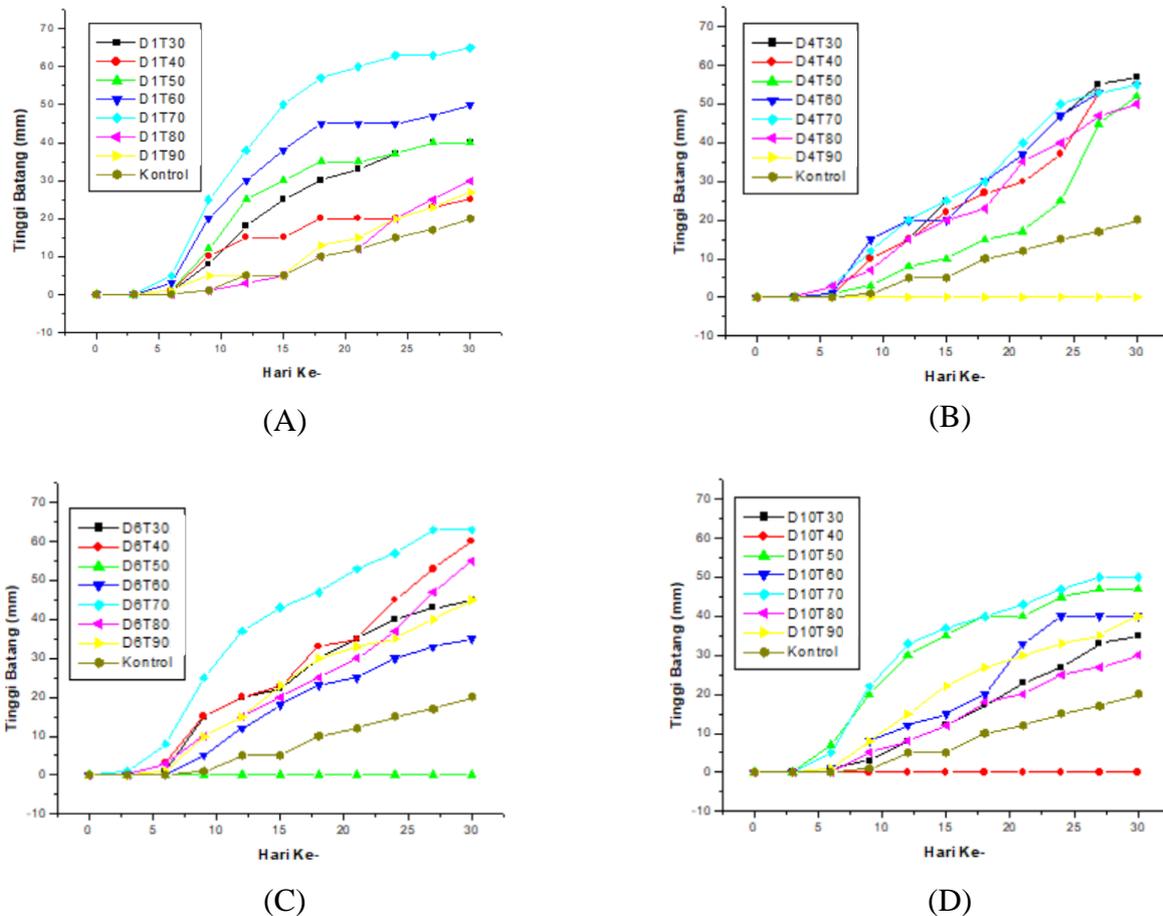
Setelah dilakukannya penanaman bibit *cassava* diperoleh tinggi batang selama 30 dengan interval pencatatan 3 hari sekali, selanjutnya data tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis.

PENGARUH VARIASI LAMA PAPARAN IRRADIASI LASER DIODE TERHADAP PEFORMA PERTUMBUHAN CASSAVA

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Peforma pertumbuhan dari bibit *Cassava* diperoleh dari data primer selama 30 hari proses penanaman pada media. Sampel diberi paparan radiasi laser diode sebanyak satu kali dengan daya 1mW, 4mW, 6mW, dan 10mW, selanjutnya setelah diberi perlakuan irradiasi laser diode dilakukan proses penanaman pada media, serta diletakkan pada ruangan tertutup. Proses pengamatan peforma pertumbuhan dengan cara pengukuran ketinggian setiap 3 hari sekali, proses pengamatan dilakukan di Laboratorium Fisika Fotonik BRIN. Pada saat proses pengamatan peforma pertumbuhan, diperoleh hasil seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Efek Irradiasi Laser Diode Pada Bibit Terhadap Tinggi Batang Cassava. (A) Laser N1, (B) Laser N4, (C) Laser N6, (D) Laser N10

Irradiasi Laser pada tanaman merupakan salah satu teknik yang paling inovatif digunakan untuk menstimulasi pertumbuhan dari tanaman. Efek dari irradiasi laser dengan intensitas paparan dan daya yang optimum pada tanaman sangat bervariasi, oleh karena itu perlu adanya eksplorasi untuk mengetahui karakteristik pertumbuhan pada masing masing tanaman sebagai akibat dari irradiasi laser. Penelitian ini berfokus pada stimultan pertumbuhan sebagai output dari diberikannya perlakuan irradiasi laser. Sebagai indikator keberhasilan pertumbuhan yang optimal yaitu ditandai dengan hasil akhir tinggi batang pada periode waktu yang sama.

B. Pembahasan

Gambar 2. merupakan hasil pengukuran peforma pertumbuhan dari bibit *Cassava*. Berdasarkan Gambar 2. (A) dapat dilihat bahwa D1T70 merupakan sampel yang peforma pertumbuhan terbaik dengan hasil akhir tinggi batang 65mm, D1T60 dengan hasil akhir tinggi batang 50mm, D1T30 dan D1T50

PENGARUH VARIASI LAMA PAPARAN IRRADIASI LASER DIODE TERHADAP PEFORMA PERTUMBUHAN CASSAVA

menunjukkan hasil akhir yang sama namun pada hari ke-9 hingga hari ke-21 D1T50 menunjukkan hasil yang lebih baik namun hasil akhir yaitu tinggi batang 40mm, D1T80 dengan hasil akhir tinggi batang 30mm, D1T90 dengan hasil akhir tinggi batang 27mm, D1T40 dengan hasil akhir tinggi batang 25mm, dan yang terakhir terdapat sampel yang digunakan sebagai kontrol dengan hasil akhir tinggi batang 20mm.

Pada Gambar 2. (B) diperoleh hasil terbaik ada sampel D4T30 dengan hasil akhir tinggi batang 57mm, D4T50, D4T60 dan D4T70 dengan hasil akhir tinggi batang 55mm, D4T80 dengan hasil akhir tinggi batang 50mm, D4T90 tidak mengalami pertumbuhan hingga 30 hari penanaman, dan kontrol dengan hasil akhir tinggi batang 20mm.

Pada Gambar 2. (C) diperoleh hasil terbaik ada sampel D6T70 dengan hasil akhir tinggi batang 63mm, D6T40 dengan hasil akhir tinggi batang 60mm, D6T80 dengan hasil akhir tinggi batang 55mm, D6T30 dan D6T90 dengan hasil akhir tinggi batang 45mm, D6T60 dengan hasil akhir tinggi batang 35mm, D6T50 tidak mengalami pertumbuhan hingga 30 hari penanaman, dan kontrol dengan hasil akhir tinggi batang 20mm.

Pada Gambar 2. (D) diperoleh hasil terbaik ada sampel D10T70 dengan hasil akhir tinggi batang 50mm, D10T50 dengan hasil akhir tinggi batang 47mm, D10T60 dan D10T90 dengan hasil akhir tinggi batang 40mm, D10T30 dengan hasil akhir tinggi batang 35mm, D10T80 dengan hasil akhir tinggi batang 30mm, D10T40 tidak mengalami pertumbuhan hingga 30 hari penanaman, dan kontrol dengan hasil akhir tinggi batang 20mm.

Pada penelitian ini diperoleh pertumbuhan terbaik dengan indikator batang yang tertinggi dengan perlakuan pemberian irradiasi laser dioda dengan daya 1mW dan dengan paparan waktu selama 70s (D1T70). Pada perlakuan tersebut diperoleh tinggi batang total sebesar 65mm.

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Pada penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil pengamatan peforma pertumbuhan yang dilakukan selama satu bulan diperoleh hasil yaitu, sampel yang diberi perlakuan irradiasi laser diode cenderung memiliki peforma pertumbuhan yang lebih optimal dibandingkan dengan kontrol, sehingga menghasilkan pertumbuhan batang yang lebih tinggi.

B. Saran

Penelitian yang telah dilakukan memiliki beberapa kendala yakni pada saat proses kalibrasi kondisi viber optik harus minim terjadi tekanan, tekukan, dan perubahan suhu, karena dapat menyebabkan bending los yang akhirnya akan mempengaruhi meskipun meja mikroscope digital telah di design tahan getaran, namun diusahakan minim melakukan gerakan karena akan mempengaruhi *output* berupa daya yang dikeluarkan untuk irradiasi bibit *cassava*. Hal ini dapat ditanggulangi dengan cara menyiapkan bracket untuk melindungi viber optik. Apabila penelitian akan dilanjutkan, maka saran dari penulis sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan repetisi agar memperoleh hasil yang lebih baik.
2. Dapat dikembangkan dengan menerapkan periode waktu tanam yang lebih lama, hingga memperoleh hasil atau umbi yang dapat dikonsumsi.
3. Dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menerapkan jenis sampel yang berbeda.
4. Dapat dilakukan uji lebih lanjut seperti FTIR dan Raman Spectrofotocopy untuk mengetahui kandungan secara spesifik dalam sampel yang diberi perlakuan.

PENGARUH VARIASI LAMA PAPARAN IRRADIASI LASER DIODE TERHADAP PEFORMA PERTUMBUHAN CASSAVA

DAFTAR PUSTAKA

- Alsalmi, M. S., Tashish, W., Al-Osaif, S. S., & Atif, M. (2019). *Effects of He-Ne laser and argon laser irradiation on growth, germination, and physico-biochemical characteristics of wheat seeds (Triticumaestivum L.)*. *Laser Physics*, 29(1). <https://doi.org/10.1088/1555-6611/aaf22b>
- Effects of He-Ne laser and argon laser irradiation on growth, germination, and physico-biochemical characteristics of wheat seeds (Triticumaestivum L.). *Laser Physics*, 29(1). <https://doi.org/10.1088/1555-6611/aaf22b>
- Hasan, M., Hanafiah, M. M., Aeyad Taha, Z., AlHilfy, I. H. H., & Said, M. N. M. (2020). Laser Irradiation Effects at Different Wavelengths on Phenology and Yield Components of Pretreated Maize Seed. *Applied Sciences*, 10(3), 1189. <https://doi.org/10.3390/app10031189>
- Hasan, M., Hanafiah, M. M., Alhilfy, I. H. H., & Taha, Z. A. (2021). Comparison of the effects of two laser photobiomodulation techniques on bio-physical properties of Zea mays L. seeds. *PeerJ*, 9. <https://doi.org/10.7717/peerj.10614>
- Hasan, M., Hanafiah, M. M., Taha, Z. A., & Alhilfy, I. H. H. (2020). Effect of low-intensity laser irradiation on field performance of maize (Zea mays l.) emergence, phenological and seed quality characteristics. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(4), 6009–6023. https://doi.org/10.15666/aeer/1804_60096023
- Hernández Aguilar, C., Domínguez Pacheco, F. A., Cruz Orea, A., & Tsonchev, R. I. (2015). Thermal Effects of Laser Irradiation on Maize Seeds. *International Agrophysics*, 29(2), 147–156. <https://doi.org/10.1515/intag-2015-0028>
- 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. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v3i1.5986>
- Pineda, M., Morante, N., Salazar, S., Cuásquer, J., Hyde, P. T., Setter, T. L., & Ceballos, H. (2020). Induction of earlier flowering in cassava through extended photoperiod. *Agronomy*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy10091273>
- Rismaya, R. (2021). Komoditas Umbi-Umbian Sebagai Alternatif Sumber Karbohidrat. <https://www.researchgate.net/publication/367570966>
- Rusdiana, S., & Maesya, A. (2017). Pertumbuhan Ekonomi dan Kebutuhan Pangan di Indonesia. *Agriekonomika*, 6(1). <https://doi.org/10.21107/agriekonomika.v6i1.1795>
- Tang, Z., Yu, J., Xie, J., Lyu, J., Feng, Z., Dawuda, M., Liao, W., Wu, Y., & Hu, L. (2019). Physiological and Growth Response of Pepper (Capsicum annum L.) Seedlings to Supplementary Red/Blue Light Revealed through Transcriptomic Analysis. *Agronomy*, 9(3), 139. <https://doi.org/10.3390/agronomy9030139>
- FSVA (badanpangan.go.id)
- Laporan Tahunan BKP 2019.pdf (badanpangan.go.id)
- <https://bps.go.id/news/2022/08/04/36/ketahanan-pangan-indonesia.html>