

Pengaruh Substitusi Cahaya Matahari dengan Lampu Led Terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza Sativa*) Varietas IR 64

Soni Dewanto¹

¹Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia

dewanto311@gmail.com

| Received: 21/11/2024 | Revised: 02/12/2024 | Accepted: 05/12/2024 |

Copyright©2024 by authors, all rights reserved. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License

Abstrak

Budidaya padi pada ruangan tertutup membutuhkan cahaya artifisial untuk menunjang pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Cahaya yang diberikan terus meliputi beberapa faktor diantaranya intensitas cahaya, lama penyinaran dan kualitas cahaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daya lampu LED terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi sistem budidaya hidroponik rakit apung. Penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan empat perlakuan, yaitu: P0 (kontrol/cahaya matahari), P1 (lampu LED 100 watt), P2 (lampu LED 200 watt) dan P3 (lampu LED 300 watt) yang diulang sebanyak sepuluh kali. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan, bobot berangkasan basah dan bobot berangkasan kering tanaman. Perlakuan dilakukan pada kotak ukuran 60 cm x 40 cm x 30 cm yang ditempatkan pada 2 tempat, di luar ruangan dan di dalam ruangan gelap (*indoors*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kontrol (P0) memberikan hasil terbaik dengan tinggi tanaman (111,11 cm), jumlah anakan (9 batang), bobot berangkasan basah (359,67 g), bobot berangkasan kering (64,74 g).

Kata kunci: intensitas cahaya, lampu LED, padi IR 64

Abstract

*Rice cultivating in a closed room requires artificial light to support the growth and yield of rice plants. The light provided by herus includes several factors including light intensity, length of exposure and light quality. This research aims to determine effect of the power LED lamp on the growth and yield of rice plants in the floating raft hydroponic cultivation system. This research used Randomized block Design with four treatments, namely: P0 (control/sunlight), P1 (LED lamp 100 watt), P2 (LED lamp 200 watt) and P3 (LED lamp 300 watt) which were repeated ten times. The parameters observed included plant height, number of plant saplings, wet stem weight, and dry stem weight. The treatment was carried out in boxes measuring 60 cm x 40 cm x 30 cm which were placed in 2 places, outdoors and in a dark room (*indoors*). The results showed that the control treatment (P0) gave the best results, with plant height (111.11 cm), number of plants saplungs (9 stems), wet stem weight (359.67 g), dry stem weight (64.74 g).*

Keywords: light intensity, LED lamp, rice IR 64

1. Pendahuluan

Produksi tanaman padi di Indonesia saat ini mengalami peningkatan dalam jumlah hasil panen, akan tetapi hasil panen tersebut tidak dapat mencukupi kebutuhan pangan nasional. Produksi tanaman padi di Indonesia didominasi pertanian di lahan sawah. Dalam perkembangan waktu dibutuhkan perluasan lahan pertanian, akan tetapi ditemui ada ruang lingkup terbatas untuk perluasan lahan budidaya, dan ancaman yang muncul dari perubahan iklim dan bencana lainnya membuat tugas ini semakin menantang (Ponce *et al.*, 2014). Menurut Irawan (2015), lahan sawah di Indonesia mengalami penurunan perluasan dari tahun 2003 sebanyak 8,4 juta hektar menjadi 8,11 juta hektar pada 2013. Penurunan luasan lahan sawah ini dapat menjadi faktor penting dalam kecukupan swasembada pangan di Indonesia, sehingga dibutuhkan alternatif terbaru dalam produksi tanaman padi diantaranya menggunakan penanaman *indoor* dengan menggunakan media hidroponik dan dibantu cahaya lampu LED sebagai sumber cahaya menggantikan sinar matahari.

Tanaman padi merupakan tanaman yang sangat membutuhkan cahaya matahari dengan intensitas yang relatif tinggi dan lama penyinaran selama 12 jam. Produksi tanaman menggunakan system hidroponik dan cahaya lampu LED sebagai sumber cahaya utama tanaman sudah dilakukan di beberapa negara sub tropis. Negara-negara yang berada di iklim sub tropis memiliki masalah dalam ketersediaan cahaya matahari dalam proses produksi tanaman. Masalah ketersediaan cahaya matahari disebabkan adanya musim salju dan musim semi yang memberikan dampak berkurangnya cahaya matahari yang akan diterima tanaman. Solusi dari masalah kurangnya cahaya tersebut makan pertanian yang diaplikasikan di negara- negara maju semuanya dilakukan di dalam *greenhouse*.

Greenhouse sendiri dipakai karena memiliki kelebihan untuk dapat mengatur hampir semua aspek yang mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman yang ditanam. *Greenhouse* adalah struktur dengan dinding dan atap yang dibuat terutama dari bahan transparan, di mana tanaman yang membutuhkan kondisi iklim yang diatur tumbuh (Xu *et al.*, 2016). Adapun lampu LED dipakai sebagai sumber cahaya utama dalam produksi tanaman dikarenakan dengan menggunakan lampu LED kita dapat mengatur besar kecilnya intensitas cahaya yang dipaparkan kepada tanaman secara konstan. Menurut Tian (2016), penggunaan lampu LED ini bukan sistem pencahayaan untuk mata manusia tetapi fasilitas khusus untuk pertumbuhan tanaman. Keuntungan lain dari penggunaan lampu LED menurut Restiani *et al.* (2015), memiliki konsumsi daya Listrik lebih rendah dari teknologi lampu-lampu sebelumnya.

Produksi tanaman dengan metode pertanian *indoors* mengakibatkan sumber cahaya matahari tidak dapat masuk sehingga dibutuhkan sumber cahaya lain dan dalam penggunaannya cahaya lampu dipilih sebagai solusi sumber cahaya pada saat produksi dilakukan. Penggunaan lampu LED dalam pertanian *indoor* di dalam *greenhouse* menurut Sugara (2012), dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil dari tanaman. Warna lampu LED yang dipakai dalam pertanian indoor adalah lampu LED dengan warna cahaya putih dan lampu LED *grow light* yang berwarna merah (Burattini *et al.*, 2017). Selain warna lampu LED daya lampu juga sangat berpengaruh dalam pertumbuhan dan hasil tanaman yang dihasilkan. Semakin besar daya Listrik yang diberikan ke tanaman berpengaruh kepada intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman.

Bedasarkan informasi diatas artikel ini bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh substitusi cahaya matahari dengan lampu LED terhadap pertumbuhan tanaman padi. Dari hasil penelitian ini dapat menentukan berapa daya lampu LED optimum yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman padi. Pertanian *indoor* di masa depan dapat menggunakan formula dari penelitian ini untuk mendukung maksimalitas produksi tanaman padi.

2. Metodologi Penelitian

Pelenelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan 4 jenis perlakuan dan 10 kali ulangan yang ditempatkan di 2 lokasi yaitu di luar ruangan (*outdoor*) dan di dalam ruang gelap (*indoor*). Penelitian ini menggunakan rancangan RAL (Rancangan Acak Lengkap). Perlakuan penelitian sebagai berikut: P0 (kontrol/cahaya matahari), P1 (lampu LED 100 watt), P2 (lampu LED 200 watt) dan P3 (lampu LED 300 watt) dengan ulangan sebanyak 10 ulangan perperlakuan tanaman dengan total populasi 160 tanaman. Alat yang digunakan adalah gunting, ember, tangga, timbangan analitik, penggaris, luxmeter, paper klip, higrometer, thermometer, pH meter, TDS meter, 4 wadah kayu pengiriman buah dan lampu LED 100 watt 6 buah. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih padi (*Oryza sativa*) var. IR 64, air, sekam, pasir, serbuk gergaji, pupuk *AB mix*, plastic mika 1mm, kayu, tali rafia, selotip, kabel, terminal listrik, steker, dan plastic banner.

Penelitian dilakukan di Desa Tendas, Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati pada 21 Januari 2021 hingga 23 April 2021. Pengumpulan data dilakukan kepada 40 sampel tanaman dari total 160 populasi tanaman setiap 7 hari sekali selama 3 bulan masa penanaman tanaman padi atau 13 kali pengukuran tinggi dan jumlah anakan tanaman padi. Serta 40 sampel tanaman dari total 160 populasi tanaman pada akhir 3 bulan masa penanaman, tanaman di panen dan ditimbang bobot berangkas basah dan bobot berangkas kering menggunakan timbangan analitik di Laboratorium lahan PT. Garuda food cabang Tayu. Data penelitian yang sudah didapat diuji menggunakan sidik ragam dan selanjutnya diuji lanjut dengan menggunakan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan taraf beda 5%.

2.1. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

2.1.1. Pembuatan kolam hidroponik dan pemasangan lampu LED

Kolam hidroponik dibuat menggunakan kotak kayu bekas dari pedagang buah dengan ukuran 60 cm x 40 cm x 30 cm untuk kolam akan ditutup menggunakan sterofoam dengan 10 lubang tanaman, jarak lubang pada sterofoam berjarak 10 cm dan jarak antar lubang ini juga merupakan jarak tanam antar ulangan. Setelah semua kolam hidroponik sudah jadi lampu LED dapat dipasang pada 3 perlakuan *indoor* perlakuan dan satu kolam hidroponik ditempatkan di luar supaya terkena sinar matahari langsung. Setelah lampu dipasang selanjutnya adalah membuat instalasi kelistrikan dan juga memasang alat pengatur percahayaan secara berkala yang diatur dalam 12 jam sehari secara otomatis.

2.1.2. Pembuatan ruang gelap pada garasi rumah

Pembuatan ruang gelap dilakukan dengan menutup seluruh bagian garasi menggunakan banner putih yang akan memantulkan cahaya lampu kembali. Selanjutnya membuat sekat dari

untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Hal ini dilakukan secara teratur hingga tanaman siap panen atau hingga tanaman berumur 90 HST.

2.1.7. Pengukuran parameter

Pengamatan yang diamati di dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu pengamatan utama dan pengamatan selintas. Pengamatan utama meliputi tingkat tinggi tanaman, berat berangkasan total dan jumlah klorofil total daun. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan setiap 7 hari sekali setelah tanaman padi dipindah tanam kolam hidroponik. Pengukuran dilakukan dengan mengukur panjang dari bagian pangkal batang hingga ujung daun tertinggi tanaman. Pengukuran jumlah anakan dilakukan setiap 7 hari sekali dengan menghitung jumlah anakan tanaman secara manual. Berat berangkasan basah dan kering dapat diukur ketika tanaman sudah dipanen, penimbangan dilakukan pada semua bagian tanaman per perlakuan pada timbangan analitik.

Pengamatan selintas meliputi suhu dan kelembaban udara. Pengukuran suhu dan kelembaban udara dilakukan dengan menggunakan higrometer yang ditempatkan pada dalam ruang gelap dan pada luar ruang gelap, pengukuran dilakukan setiap 3x sehari sekali pada jam 08.00-09.00 pagi, 12.00-13.00 siang, dan 15.00-16.00 WIB.

2.1.8. Panen

Pemanenan penting sekali diperhatikan umur panen dan cara panennya. Umur panen padi 90 HST. Cara panen ada 2 kegiatan yaitu mencabut seluruh tanaman beserta akarnya dan dengan memotong bagian akar tanaman untuk dibedakan dari batang tanaman.

2.1.9. Penimbangan berat berangkasan tanaman

Penimbangan berat berangkasan dilakukan pada saat tanaman setelah dipanen pada hari yang sama dengan pemanenan tanaman. Penimbangan dilakukan pada setiap tanaman sesuai dengan perlakuan yang diberikan dan juga sesuai dengan penomoran yang diberikan. Penimbangan dilakukan dengan bantuan timbangan analitik dengan tingkat akurasi yang tinggi yang berada di Lab Benih PT. Kacang Dua Kelinci cabang Tendas.

2.1.10. Uji data lanjut

Data yang sudah terkumpul diuji dengan sidik ragam. Bila hasil uji F hitung perlakuan signifikan selanjutnya akan diuji dengan menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) antara parameter pertumbuhan dan berat berangkasan tanaman.

3. Hasil dan Pembahasan

Produksi tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang dibutuhkan tanaman dalam proses fotosintesis dan proses penyerapan unsur hara tanaman. Adapun dalam proses penyerapan unsur hara tanaman yang dilakukan oleh akar, percobaan kali semua perlakuan mendapatkan nilai yang serupa berupa 2000 ppm nilai larutan campuran air dan pupuk *AB mix* Ketika tanaman pada fase vegetative dan ditingkatkan menjadi 3000 ppm larutan campuran air dan pupuk *AB mix* Ketika tanaman memasuki fase generative. Dalam percobaan ini faktor penyerapan unsur hara dapat dianggap sama dikarenakan dari semua perlakuan menggunakan metode hidroponik rakit apung yang sama dengan volume air yang sama serta kandungan pupuk yang sama. Sedangkan untuk faktor klimatis (suhu udara dan kelembapan udara) pada perlakuan kontrol memiliki nilai

yang berbeda dengan perlakuan P1, perlakuan P2 dan perlakuan P3. Hal ini terjadi dikarenakan pada perlakuan P1, P2, dan P3 dilakukan didalam *indoor* dan menggunakan lampu LED sebagai sumber utama suhu kalor yang diterima di ruangan *indoor* tersebut. Pada pengamatan yang dilakukan suhu udara di dalam perlakuan *indoor* selama 3 bulan atau 90 HST (Hari Setelah tanam) ditemukan bahwa suhu udara *indoor* lebih rendah bila dibandingkan dengan suhu yang didapat oleh perlakuan kontrol. Suhu udara yang lebih rendah tersebut terjadi sesuai dengan keunggulan dari lampu LED itu sendiri yang dikemukakan Zhang et al., (2018) bahwa lampu LED memiliki nilai keunggulan ukuran yang kecil, umur panjang (masa pemakaian lampu), memiliki warna yang bermacam-macam dan menghasilkan panas yang rendah ke lingkungan bila dibandingkan dengan teknologi lampu yang lain. Suhu udara dan kelembapan udara yang didapati selama dilangsungkannya penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Rentang suhu dan kelembapan perlakuan selama 90 HST (Hari Setelah Tanam)

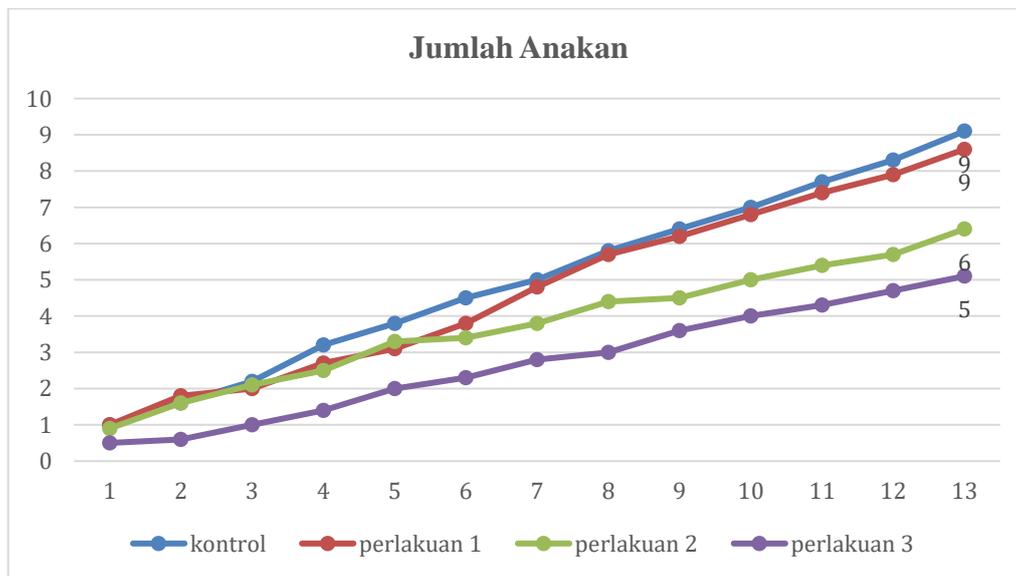
Perlakuan	pagi		siang		sore	
	Suhu (celsius)	Kelembapan (Rh)	Suhu (celsius)	Kelembapan (Rh)	Suhu (celsius)	Kelembapan (Rh)
Luar ruangan	22 – 36,1	61 – 78%	29,6 – 41,8	42 – 62%	30,6 – 41,3	67 – 86%
Ruang gelap	18,2 – 27,4	79 - 92%	20,1 – 29,8	70 - 93%	18,7 – 29,1	79 – 93%

Kelembapan udara yang diukur selama penelitian juga menunjukkan arah yang sama kepada indikator suhu udara dengan nilai perlakuan kontrol (P0) yang memiliki nilai yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan perlakuan P1, P2, dan P3. Hal ini bisa terjadi dikarenakan pada perlakuan P1, P2, dan P3 dilakukan pada ruangan *indoor* yang memiliki sirkulasi udara yang kecil yang bersumber dari kipas yang ditempatkan pada ruangan, sehingga alur penguapan dari larutan kurang maksimal sehingga kelembapan udara di dalam ruang *indoor* menjadi tinggi.

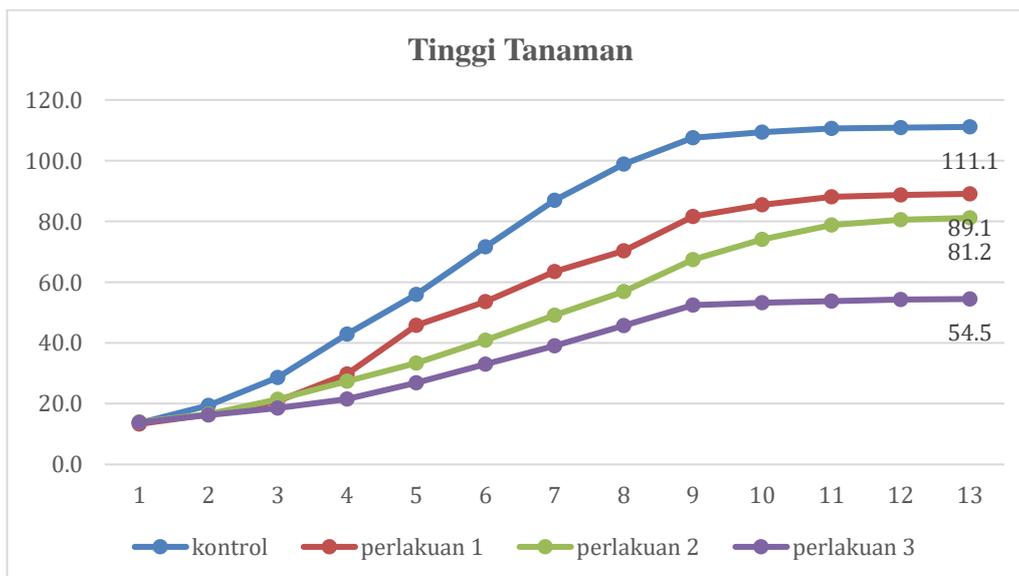
Intensitas cahaya yang diukur dalam penelitian memiliki nilai pada perlakuan lampu LED 300 watt (P3) memiliki nilai 18347- 21854 lux, perlakuan lampu LED 100 watt (P1) sebesar 3400 lux, perlakuan lampu LED 200 watt (P2) memiliki nilai sebesar 7200 lux, dan perlakuan cahaya matahari control (P0) sebesar 12380 lux. Berikut adalah hasil tinggi tanaman dan jumlah anakan tanaman padi selama penelitian berlangsung:

Tabel 2 rata- rata tinggi tanaman dan jumlah anakan tanaman padi umur 90 HST (hari setelah tanam)

KODE	perlakuan	tinggi tanaman akhir (cm)	jumlah anakan akhir (batang)
P0	kontrol	111.11a	9a
P1	lampu LED 100 watt	89.08b	9a
P2	lampu LED 200 watt	81.16c	6b
P3	lampu LED 300 watt	54.45d	5c



Gambar 2 grafik pertambahan jumlah anakan padi dari hari 1 HST sampai 90 HST



Gambar 3 grafik pertambahan tinggi tanaman padi dari hari 1 HST sampai 90 HST

Hasil penelitian pada Tabel 3.1 menunjukkan bahwa daya lampu LED sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan jumlah anakan tanaman padi. Sehingga dari pengamatan ditemukan nilai tinggi tanaman pada semua perlakuan memiliki nilai berbeda nyata satu dengan lainnya. Tinggi tanaman P0 sebesar 111,11 cm (a), tinggi tanaman P1 sebesar 89,09 cm (b), P2 sebesar 81,16 (c) dan P3 sebesar 54,45 cm (d). Jumlah anakan tanaman padi setelah 90 HST memiliki nilai sebanyak P0 9 anakan (a), P1 sebanyak 9 anakan (a), P2 sebanyak 6 anakan (b) dan P3 sebanyak 5 anakan (c). Perlakuan P0 dan P1 tidak mengalami beda nyata sedangkan untuk perlakuan P2 dan P3 mengalami nilai yang berbeda nyata.

Hasil tinggi dan jumlah anakan pada penelitian menunjukkan hasil perlakuan kontrol memiliki nilai terbaik dibandingkan dengan perlakuan lain. Nilai intensitas optimal dalam fase vegetative tanaman padi pada penelitian adalah nilai 12380 lux, hal ini berbalik dengan hasil yang ditemui Utami (2019) yang menyebutkan intensitas cahaya optimum tanaman padi adalah 44982 lux. Hasil tinggi tanaman pada tabel 3.1. sejalan dengan pendapat Sitompul (2016) yang menyebutkan radiasi matahari yang diintersepsi tanaman tergantung pada radiasi matahari yang sampai pada permukaan tajuk tanaman. Hasil penelitian didukung oleh pendapat dari Setiawan (2009) yang berisi bahwa fotosintesis akan berlangsung lebih lambat pada suhu rendah dan akibatnya laju pertumbuhan lebih lambat. Hal ini sesuai dengan kondisi ruang gelap yang memiliki suhu udara yang lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang diluar ruangan. Hal ini terjadi dikarenakan pada Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan rusaknya struktur kloroplas yang membantu proses metabolisme tanaman, sehingga menyebabkan produktifitas tanaman menurun (Salisbury & Ross, 1992).

Bobot berangkasan kering dan bobot berangkasan basah merupakan salah satu indikator pertumbuhan tanaman berjalan dengan baik. Semakin besar bobot yang dihasilkan tanaman membuktikan bahwa pengaruh lampu LED dalam masa prosuksi berjalan baik. Berikut adalah hasil penimbangan bobot berangkasan basah dan bobot berangkasan tanaman padi setelah 90 HST:

Tabel 3 bobot berangkasan kering dan bobot berangkasan basah tanaman umur padi 90 HST

KODE	perlakuan	berat berangkasan basah (gr)	berat berangkasan kering (gr)
P0	kontrol	359.67a	64.74a
P1	lampu LED 100 watt	278.64b	49.78b
P2	lampu LED 200 watt	198.14c	45.71c
P3	lampu LED 300 watt	107.49d	27.31d

Hasil pengukuran bobot berangkasan basah dan kering pada Tabel 3.2 menunjukkan nilai setiap perlakuan berbeda nyata ditunjukkan dengan P0 dengan nilai (a), P1 dengan nilai (b), P2 dengan nilai (c) dan P3 dengan nilai (d), dengan nilai perlakuan P0 menjadi nilai terbesar dalam penelitian. Hasil pengamatan pada Tabel 3.2 yang menunjukkan nilai terbaik pada perlakuan kontrol (P0) dikarenakan pada intensitas cahaya yang diterima tanaman tidak terlalu tinggi dan suhu udara memenuhi nilai yang sesuai dengan apa tanaman padi butuhkan. Hasil penelitian

sesuai dengan pendapat Pembengo *et al.*, (2012) bobot kering tanaman dan produksi tergantung kepada jumlah radiasi yang diintersepsi selama pertumbuhannya. Intensitas cahaya sangat berpengaruh pada pertumbuhan bobot tanaman dikarenakan berhubungan dengan hasil fotosintesis yang tanaman lakukan. Pada penelitian ini hasil berat berangkasan yang terjadi pada P3 mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh intensitas cahaya yang terlalu tinggi, sesuai dengan pendapat Lacher (1995) yang menyatakan intensitas cahaya terlalu tinggi akan merusak pigmen fotosintesis dan struktur tilakoid pada tanaman. Perlakuan P1 dan P2 fotosintesis berjalan kurang maksimal dikarenakan intensitas cahaya yang kurang, hasil ini sesuai dengan pendapat Widiastuti *et al.*, (2004) penurunan intensitas cahaya akan menurunkan jumlah daun dan berat tanaman. Perlakuan kontrol menunjukkan hasil yang terbaik dikarenakan pada perlakuan P0 intensitas cahaya dan suhu memenuhi kebutuhan tanaman padi.

4. Kesimpulan

Penggunaan lampu LED dalam produksi tanaman padi belum memberikan hasil yang maksimal. Perlakuan kontrol memberikan hasil terbaik dengan tinggi tanaman (111,11 cm), jumlah anakan (9 batang), bobot berangkasan basah (359,67 g), bobot berangkasan kering (64,74 g). Penggunaan lampu LED dalam produksi padi belum memberikan hasil yang nyata terhadap dan hasil tanaman padi.

Daftar Pustaka

- Afrizal, Ahmad., Suskandini Ratih D., Muhammad Nurdin & F.X. Susilo. (2018). Intensitas Serangan Hama Dan Patogen Pada Agroekosistem Hidroponik Tanaman Padi (*Oryza Sativa L.*) Dengan Berbagai Media Tanam. *J. Agrotek Tropika*. Vol. 6 (2): 87.
- Burattini Chiara, Benedetta Mattoni, Fabio Bisegna. (2017). *The Impact of Spectral Composition Of White LED On Spinach (Spinacia Oleracea) Growth And Development*. Department Of Astronatic, Electric and Energy Engineering (DIAAE). Sapienza University.
- Irawan, B. (2015). Dinamika Produksi Padi Sawah Dan Padi Gogo: Implikasinya Terhadap Kebijakan Peningkatan Produksi Padi. Dalam Buku *Memperkuat Kemampuan Swasembada Pangan*. IAARD Press. Jakarta Selatan.
- Larcher, W. 1995. *Physiological Plant Ecology*. Springer Verlag Berlin Heidelberg
- Pembengo, W., Handoko. & Suwanto. (2012). Efisiensi Penggunaan Cahaya Matahari Oleh Tebu Pada Berbagai Tingkat Pemupukan Nitrogen Dan Fosfor. *J. Agron. Indonesia*, 40(3): 211-217.
- Ponce, P., Arturo M., Paul C. And Esther L. (2014). *Greenhouse Design and Control*. CRC Press. Leiden.
- Restiani A.R, Triyono S., Tusi A., Dan Zahab R. (2015). Pengaruh Jenis Lampu Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*) Dalam Sistem Hidroponik Indoor. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 4 (3): 219-226.
- Sallisbury F. B and C. W. Ross.(1992). *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company

Belmont, California.

- Setiawan, E. (2009). Kajian Hubungan Unsur Iklim Terhadap Produktivitas Cabe Jamu (*Piper retrofractum Vahl*) di Kabupaten Sumenep. *Jurnal Agrivor* 2 (1): 4.
- Sitompul, S.M. (2016). *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. UB Press, Malang.
- Sugara, Kosmas. (2012). Budidaya Selada Keriting, Selada Lollo Rossa, Dan Selada Romane Secara Aeroponik Di Amazing Farm, Lembang, Bandung. *Skripsi*. Departemen Agronomi Dan Holtikultura. Fakultas Pertanian Institute Pertanian Bogor
- Tian, F. (2016). *Study And Optimization of Lighting Systems for Plant Growth In A Controlled Environment*. Chemical And Process Engineering Universitad Paul Sabatier. Toulouse.
- Utamin, Dian N., Agus H., and Cut Nur I. (2019). Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Padi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah* 4 (1): 210-218
- Widiastuti, Tohari and S. Endang. (2004). Pengaruh Intensitas dan Kadar Daminosida Terhadap Iklim Mikro dan Pertumbuhan Tanaman Krisan Dalam Pot. *Jurnal Ilmu Pertanian* 11 (2): 35-42.
- Xu, L., Shanshan, C., Jihua W., And Axiang L. (2016). Which Factors Determine Metal Accumulation in Agricultural Soils In The Severely Human-Coupled Ecosystem? *Int J Environ Res Public Health* 13: 510-520.
- Zhang Xin, Dongxian He, Genghua Niu, Zhengnan Yan and Jinxiu Song. (2018). Effects Of Environment Lighting in Growth, Photosynthesis, And Quality of Hydroponic Lettuce In Plant Factory. *Jurnal Internasional Agric & Biol Eng.* 11 (2): 33-40.