



**LAMA PENYINARAN LAMPU LED DAN APLIKASI *BLACKOUT*
TERHADAP PERTUMBUHAN, HASIL DAN KUALITAS *MICROGREEN*
TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.)**

SKRIPSI

Oleh :

SITI ANISATUL LUTFIANA

NIM. 220.01.03.1032



PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2024



**LAMA PENYINARAN LAMPU LED DAN APLIKASI *BLACKOUT*
TERHADAP PERTUMBUHAN, HASIL DAN KUALITAS *MICROGREEN*
TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.)**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S1)**

Oleh :

SITI ANISATUL LUTFIANA

NIM. 220.01.03.1032



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2024

Abstract

One of the plants that can be cultivated in the form of microgreen is mung beans. Microgreen has a higher vitamin content than adult plants. Research on the duration of LED irradiation and blackout application on the growth of mung bean microgreen has not been widely conducted. Therefore, this study aims to determine the effect of LED irradiation duration and blackout application on the growth of mung bean microgreen (*Vigna radiata* L.). This study used Split Plot Design with the treatment of LED irradiation duration consisting of five levels, namely 0 hours (L1), 6 hours (L2), 12 hours (L3) and 18 hours (L4) and blackout application consisting of 2 levels, namely without blackout (B0) and with blackout (B1). The results showed that there was an interaction in the combination of LED irradiation duration and blackout application on plant height. The combination of 12 hours of irradiation with blackout produced the highest plants at the age of 4 hst (9.21 cm). Separately, the 12-hour irradiation treatment produced the best root length (5.89 mm). While microgreen with blackout treatment produced the highest plants at the age of 4 hst and 6 hst (9.08 cm and 14.43 cm). The results of this study indicate that the 12-hour irradiation treatment with blackout is a prospective treatment to be developed in mung bean microgreen cultivation.

Keywords: *Microgreen, Mung Beans, Length of LED Lighting, Blackout, Split Plot Design.*

Abstrak

Salah satu tanaman yang dapat dibudidayakan dalam bentuk *microgreen* adalah kacang hijau. *Microgreen* memiliki kandungan vitamin yang lebih tinggi dari tanaman dewasa. Penelitian mengenai durasi penyinaran LED dan aplikasi *blackout* terhadap pertumbuhan *microgreen* kacang hijau belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama penyinaran LED dan aplikasi *blackout* pada pertumbuhan *microgreen* kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Penelitian ini menggunakan Desain Petak Terbagi (*Split Plot Design*) dengan perlakuan lama penyinaran LED yang terdiri dari lima level, yaitu 0 jam (L1), 6 jam (L2), 12 jam (L3) dan 18 jam (L4) serta aplikasi *blackout* yang terdiri dari 2 level, yaitu tanpa *blackout* (B0) dan dengan *blackout* (B1). Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi pada kombinasi perlakuan lama penyinaran LED dan aplikasi *blackout* terhadap tinggi tanaman. Kombinasi lama penyinaran 12 jam dengan *blackout* menghasilkan tanaman tertinggi pada umur 4 hst (9,21 cm). Secara terpisah, perlakuan lama penyinaran 12 jam menghasilkan panjang akar terbaik (5,89 mm). Sedangkan *microgreen* dengan perlakuan *blackout* menghasilkan tanaman tertinggi pada umur 4 hst dan 6 hst (9,08 cm dan 14,43 cm). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan lama penyinaran 12 jam dengan *blackout* merupakan perlakuan yang prospektif untuk dikembangkan dalam budidaya *microgreen* kacang hijau.

Kata kunci : *Microgreen, Kacang Hijau, Lama Penyinaran LED, Blackout, Split Plot Design.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Populasi manusia secara global terus menerus bertambah secara cepat. PBB memperkirakan bahwa pada tahun 2050, Sekitar 9,3 miliar manusia akan menempati bumi. Ini menunjukkan bahwa permintaan pangan juga akan meningkat secara signifikan, sementara jumlah sumber daya lahan dan tenaga kerja pertanian menyusut. Perbandingan antara jumlah petani dan luas lahan pertanian di Indonesia selama empat tahun (2015-2018) menunjukkan penurunan. Indonesia bukanlah satu-satunya negara yang menghadapi masalah keterbatasan lahan, kurangnya sumber daya manusia, dan menurunnya kemampuan petani untuk melakukan regenerasi. Di Indonesia, generasi muda tidak lagi tertarik pada sektor pertanian, sehingga banyak petani yang berusia lebih lanjut. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2018, ada penurunan jumlah pekerja yang bekerja di sektor pertanian, hal ini dapat berdampak pada produksi pangan nasional. Salah satu yang dapat menarik minat generasi millennial atau remaja, adalah kegiatan bercocok tanam metode digital farming dan urban farming.

Andriyani (2020), menyatakan bahwa melalui program kegiatan bertema urban farming, diharapkan dapat memberikan kontribusi riil dalam masyarakat, terutama untuk menggiatkan kembali menanam tanaman yang bermanfaat di rumah masing-masing dengan memanfaatkan lahan yang sempit di perkotaan. Salah satu bentuk urban farming yang dapat diterapkan adalah budidaya *microgreen*. *Microgreen* merupakan sayuran yang dipanen pada umur 7-14 hari setelah semai. Ciri-ciri *microgreen* yaitu dihasilkan dari biji sayuran atau herba, tanaman yang dipanen setelah munculnya dua daun kotiledon sempurna dengan atau tanpa

munculnya sepasang daun sejati. *Microgreen* memiliki kandungan vitamin yang lebih tinggi daripada sayuran dewasa sejenis yang biasa dikonsumsi masyarakat, seperti vitamin C, E dan K serta karotenoid (β -karoten, lutein dan zeaxanthin).

Metode pembudidayaan tanaman *microgreen* ini dapat diterapkan pada hingga 60 jenis tanaman. Tanaman khas Indonesia, seperti seperti kemangi (*Ocimum canum*), bayam merah (*Amaranthus tricolor* L), selada merah (*Lactuca sativa var encephala*), bunga kol (*Brassica oleracea var botrytis*), pakcoy (*Brassica rapa* L), kacang hijau (*Vigna radiata*), bunga matahari (*Helianthus annuus*), sorgum manis (*Sorghum bicolor*) dan kubis ungu (*Brassica oleraceae*) dapat dibudidayakan menjadi *microgreen*, yang memiliki nilai gizi yang lebih tinggi daripada jenis *microgreen* yang ditanam di negara lain (Adawiyah *et al.*, 2020). Spesies tanaman lokal yang dibudidayakan sebagai *microgreen* mengandung banyak senyawa antioksidan seperti alkaloid, antosianin, karotenoid, flavonoid, isoflavon, lignan, monoterpen, organosulfida, asam fenolat, saponin, dan sebagainya (Nurbayanti, 2017). *Microgreen* dapat digunakan sebagai antimikroba, antihipertensi, antidiabetes, antioksidan hepatoprotektor, kardioprotektif, dan aktivitas terapi lainnya karena kemampuan mereka untuk menangkal radikal bebas (Adawiyah *et al.*, 2020).

Kacang hijau merupakan salah satu tanaman yang dapat dibudidayakan dalam bentuk *microgreen*. Tanaman ini mengandung zat-zat gizi, antara lain: amilum, protein, besi, belerang, kalsium, minyak lemak, mangan, magnesium, niasin, vitamin (B1, A, dan E). Manfaat lain dari tanaman ini adalah dapat melancarkan buang air besar dan menambah semangat hidup. Selain itu juga dapat digunakan untuk pengobatan hepatitis, terkilir, beri-beri, demam nifas, kepala pusing/vertigo,

memulihkan kesehatan, kencing kurang lancar, kurang darah, jantung mengipas, dan kepala pusing. Meskipun tanaman kacang hijau memiliki banyak manfaat, namun tanaman ini masih kurang mendapatkan perhatian petani untuk dibudidayakan (Syofia *et al.*, 2014).

Tanaman membutuhkan cahaya matahari mulai dari proses perkecambahan hingga panen. Aspek cahaya matahari yang diperlukan adalah intensitas cahaya, lama penyinaran, dan kualitas cahaya. Menurut Aulia *et al.*, (2019), lama penyinaran yang optimum akan berpengaruh pada proses fotosintesis tanaman. Budidaya *microgreen* dapat dilakukan di ruang terbatas seperti di *indoor farming* yang menggunakan lampu sebagai pengganti sinar matahari. Spektrum cahaya pada sinar matahari terdiri dari warna ungu sampai merah dengan panjang gelombang tertentu dan tidak terlepas dari pertumbuhan tanaman (Giancoli, 2001). Sinar matahari memiliki panjang gelombang antara 200 – 1500 nm, akan tetapi tidak semua panjang gelombang tersebut dibutuhkan untuk fotosintesis (Zakiyah *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Astried Naomi *et al.*, (2018) spektrum biru membuat tanaman dapat tumbuh akan tetapi laju pertumbuhannya tidak secepat spektrum merah dan ungu, spektrum merah paling efektif sedangkan spektrum ungu membuat tanaman tumbuh dengan cepat dan hasil yang bagus.

Pencahayaan dengan dioda pemancar cahaya (LED) semakin banyak digunakan sebagai satu-satunya sumber cahaya untuk melakukan produksi sayuran dalam ruangan seperti *microgreen* (Zhang *et al.*, 2020). Namun, penerangan listrik pada lingkungan yang terkendali sering kali menghasilkan *microgreen* dengan hipokotil yang pendek. Pemanjangan hipokotil pada sayuran mikro dapat didorong dengan pencahayaan tambahan di malam hari, kontrol siklus cahaya-gelap, atau

dengan cahaya tertentu (Gao *et al.*, 2021). Kontrol siklus cahaya-gelap dapat dilakukan dengan metode sederhana yaitu dengan metode penutupan cahaya (perlakuan *blackout*). Penerapan metode penutupan cahaya (*blackout*) bertujuan untuk memanipulasi atau mengontrol siklus cahaya-gelap (fotoperiode) yang diterima oleh tanaman. Pengaruh intensitas cahaya pada metabolisme tanaman berpengaruh pada morfologi, anatomi, pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Penelitian sebelumnya pada tanaman *Arabidopsis* (*Arabidopsis thaliana*) menunjukkan bahwa setelah perkecambahan, bibit biasanya akan tumbuh dengan hipokotil panjang jika tidak ada cahaya (perlakuan *blackout*) dan hipokotil akan pendek jika terdapat pencahayaan alami yang cukup ataupun dengan bantuan LED. Selain mendorong pemanjangan tanaman, perlakuan *blackout* juga meningkatkan *biomassa* segar tunas individu, menghambat pertumbuhan kotiledon, memperkecil ukuran kotiledon dan menghambat pembentukan warna inheren karena skotomorfogenesis (Kong dan Zheng, 2019). Perubahan *biomassa* pucuk dan morfologi tanaman di bawah perlakuan gelap (perlakuan *blackout*) berpotensi mempengaruhi hasil dan kualitas *microgreen*, hal ini dikarenakan *microgreen* juga mengalami proses de-etiolasi. De-etiolasi, atau proses pemaparan tanaman terhadap cahaya setelah periode gelap, terbukti berdampak positif pada kandungan nutrisi *microgreen*. Niroula (2021) menemukan bahwa de-etiolasi sayuran mikro jelai dan gandum meningkatkan kadar pigmen, asam askorbat, polifenol, dan kapasitas antioksidan. Hal ini sangat penting dalam konteks pertanian vertikal dalam ruangan, tempat tanaman *microgreen* sering ditanam (Rajan, 2019).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana interaksi antara perbedaan lama penyinaran LED 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dengan perbedaan perlakuan *blackout* dan tanpa *blackout* terhadap pertumbuhan dan hasil *microgreen* kacang hijau (*Vigna radiata* L.).
2. Bagaimana pengaruh perbedaan lama penyinaran LED 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam terhadap pertumbuhan dan hasil *microgreen* kacang hijau (*Vigna radiata* L.).
3. Bagaimana pengaruh perbedaan perlakuan *blackout* dan tanpa *blackout* terhadap pertumbuhan dan hasil *microgreen* kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui interaksi antara perbedaan lama penyinaran LED 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dengan perbedaan perlakuan *blackout* dan tanpa *blackout* terhadap pertumbuhan dan hasil *microgreen* kacang hijau (*Vigna radiata* L.).
2. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan lama penyinaran LED 0 jam, 6 jam, 12 jam dan 18 jam terhadap pertumbuhan dan hasil *microgreen* kacang hijau (*Vigna radiata* L.).
3. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan perlakuan *blackout* dan tanpa *blackout* terhadap pertumbuhan dan hasil *microgreen* kacang hijau (*Vigna radiata* L.).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan teknologi baru untuk mempermudah tanaman melakukan fotosintesis tanpa cahaya matahari, menggunakan LED untuk meningkatkan hasil produksi
2. Memberikan kemudahan kepada masyarakat perkotaan sehingga dapat bertani pada lahan dan waktu yang terbatas.

3. Meningkatkan motivasi generasi milenial pada sektor pertanian.

1.5 Hipotesis Penelitian

1. Diduga perlakuan lama penyinaran 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam memiliki interaksi dengan perlakuan *blackout* dan tanpa *blackout* terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas *microgreen* kacang hijau.
2. Diduga perlakuan lama penyinaran 18 jam memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas *microgreen* kacang hijau.
3. Diduga perlakuan *blackout* berpengaruh terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas *microgreen* kacang hija





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kombinasi perlakuan lama penyinaran dan perlakuan *blackout* berinteraksi nyata pada variabel pertumbuhan dan kualitas *microgreen* kacang hijau. Pemberian perlakuan kombinasi lama penyinaran 0 jam dengan *blackout* menghasilkan *microgreen* kacang hijau tertinggi (9,29 cm). Sedangkan kombinasi perlakuan lama penyinaran 18 jam dengan *blackout* menghasilkan nilai tekstur tanaman tertinggi (6,10 mm/s).
2. Perbedaan durasi lama penyinaran pada *microgreen* kacang hijau berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas *microgreen* hanya pada variabel pengamatan panjang akar, bobot segar total, bobot kering total, bobot kering tajuk dan total padatan terlarut (TPT) pada umur 4 hst dan 6 hst. Lama penyinaran 12 jam memiliki nilai panjang akar terbaik (5,89 mm) dan bobot segar total tertinggi (42,58 g). Lama penyinaran 18 jam menghasilkan nilai bobot kering total tertinggi (3,14 g), bobot kering tajuk tertinggi (2,85 g) dan total padatan terlarut (TPT) tertinggi pada umur 4 hst dan 6 hst (4,40 °Brix dan 4,13 °Brix).
3. Pemberian perlakuan *blackout* dan tanpa *blackout* pada *microgreen* kacang hijau berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman kecuali pada parameter diameter batang, berat segar total, berat segar tajuk, berat segar akar, berat kering total, berat kering tajuk, laju pertumbuhan relatif, analisis asam askorbat (Vit C), kadar air dan tekstur. Pemberian perlakuan *blackout* menghasilkan tinggi tanaman terbaik pada umur tanaman 4 hst dan 6 hst (9,08 cm dan 14,43 cm) dan klorofil terbaik pada umur tanaman 4 hst

(25,55 $\mu\text{g/mL}$). Sedangkan *microgreen* kacang hijau yang tidak diberi perlakuan *blackout* menghasilkan berat kering akar terbaik (0,30 g) dan total padatan terlarut terbaik pada umur tanaman 4 hst (3,83 °Brix).

4. Hasil Uji De Garmo menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah kombinasi perlakuan lama penyinaran 18 jam dengan *blackout*.
5. Analisis TPC menunjukkan bahwa *microgreen* kacang hijau yang telah mengalami penyimpanan selama tiga hari menghasilkan bakteri dengan total kisaran 90-130 koloni bakteri.
6. Pada uji preferensi konsumen, sebagian besar panelis memilih netral dan menyukai *microgreen* kacang hijau. Akan tetapi beberapa diantaranya mengatakan bahwa ada sedikit rasa pahit yang dihasilkan oleh *microgreen* kacang hijau.

5.2 Saran

1. Pada budidaya *microgreen* kacang hijau disarankan menggunakan penyinaran selama 12 dan 18 jam serta proses perkecambahan dilakukan dengan metode *blackout* agar mendapatkan pertumbuhan, hasil dan kualitas *microgreen* yang maksimal. Penggunaan penyinaran LED selama 12 dan 18 jam serta penggunaan metode *blackout* pada budidaya *microgreen* perlu dilakukan penelitian lanjutan guna mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas *microgreen* tanaman yang lain.
2. Disarankan untuk manajemen waktu penanaman hingga panen dengan sebaik-baiknya agar tidak terjadi kerusakan tanaman yang berakibat pada hilangnya data pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, A., Cahyanto, T., Salim, M.A. and Suparman, D. 2020. Bioprospek *microgreens* sebagai agen antivirus dalam menghambat penyebaran coronavirus disease 2019 (COVID-19)
- Alghaniya, G.S., Khairani, L. and Susilawati, I. 2021. Pengaruh lama penyinaran menggunakan lampu led terhadap produktivitas fodder hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) Hidroponik', *ziraa'ah majalah ilmiah pertanian*, 46(1), pp. 38–43
- Andriyani, L. 2020. Urban farming dan strategi kemandirian pangan masyarakat perkotaan melalui kelompok tani, in *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*
- Ariany, S.P., Sahiri, N. and Syakur, A. 2013. Pengaruh kuantitas cahaya terhadap pertumbuhan dan kadar antosianin daun dewa (*Gynura pseudochina* L.) DC) secara in vitro. Tadulako University
- Ariyanto, A., Hadi, M.S. and Kamal, M. 2015. Kajian intersepsi cahaya matahari pada tiga varietas sorgum (*Sorghum bicolor* L.) dengan kerapatan tanaman berbeda pada sistem tumpangsari dengan ubikayu (*Manihot esculenta crantz*), *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(3)
- As'adiya, L. and Murwani, I., 2021. Pengaruh Lama Penyinaran Lampu Led Merah, Biru, Kuning Terhadap Pertumbuhan *Microgreen* Kangkung (*Ipomoea reptant*). *Folium: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(1), pp.14-25.
- Aulia, S., Ansar, A. and Putra, G.M.D. 2019. Pengaruh intensitas cahaya lampu dan lama penyinaran terhadap pertumbuhan tanaman kangkung (*Ipomea reptans Poir*) pada sistem hidroponik indoor, *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 7(1), pp. 43–51
- Bantis, F. 2021. Light spectrum differentially affects the yield and phytochemical content of *microgreen* vegetables in a plant factory, *Plants*, 10(10), p. 2182
- Chiocchio, I., Barbaresi, A., Barbanti, L., Mandrone, M., Poli, F., Torreggiani, D., Trenta, M. and Tassinari, P. 2022. Effects of LED supplemental lighting on the growth and metabolomic profile of *Taxus baccata* cultivated in a smart greenhouse, *Plos one*, 17(7)
- Coste, S., Baraloto, C., Leroy, C., Marcon, E., Renaud, A., Richardson, A., Roggy, J., Schimann, H., Uddling, J., Herault, B., 2010. Assessing foliar chlorophyll contents with the SPAD-502 chlorophyll meter: a calibration test with thirteen tree species of tropical rainforest in French Guiana. *Annals of Forest Science*. 67(6): 607
- Edi, S. and Bobihoe, J. 2010. Budidaya tanaman sayuran

- Gao, M., He, R., Shi, R., Zhang, Y., Song, S., Su, W. and Liu, H. 2021. Differential effects of low light intensity on broccoli *microgreens* growth and phytochemicals. *agronomy* 2021, 11, 537
- Giancoli, D.C. 2001. Fisika edisi kelima jilid 1, *Jakarta: Erlangga*
- Gómez, C. and Izzo, L.G. 2018. Increasing efficiency of crop production with LEDs, *AIMS Agriculture and Food*, 3(2), pp. 135–153
- Hadi, C.F., Yasi, R.M., Prasetyo, A., 2024. Model Decision Tree Forecasting Berbasis DHT22 pada Smart Hydroponic Microgreen 06
- Hewett, E.W. 2006. An overview of preharvest factors influencing postharvest quality of horticultural products, *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 1(1), pp. 4–15
- Ikrarwati, F.N.U., Zulkarnaen, I., Fathonah, A., Nurmayulis, F.N.U. and Eris, F.R., 2020. Pengaruh jarak lampu led dan jenis media tanam terhadap *microgreen* basil (*Ocimum basilicum* L.), in *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture* (pp. 15–25)
- Kami, C., Lorrain, S., Hornitschek, P. and Fankhauser, C. 2010. Light-regulated plant growth and development, *Current topics in developmental biology*, 91, pp. 29–66
- Karno, K., Putra, F.P. and Limantara, J.C. 2022. Efek cahaya LED merah dan biru pada pertumbuhan, hasil dan kandungan klorofil tanaman pakcoy (*Brassica chinensis* L.) dalam Growbox, *Agromix*, 13(2), pp. 168–174
- Kong, Y. and Zheng, Y. 2019. Variation of phenotypic responses to lighting using a combination of red and blue light-emitting diodes versus darkness in seedlings of vegetable genotypes, *Canadian Journal of Plant Science*. Edited by C. Willenborg, 99(2), pp. 159–172
- Kurian, M.S. and Megha, P.R., 2020, September. Assessment of variation in nutrient concentration and antioxidant activity of raw seeds, sprouts and microgreens of *Vigna radiata* L. Wilczek and *Cicer arietinum* L. In AIP conference proceedings (Vol. 2263, No. 1). AIP Publishing.
- Lanoue, J., Zheng, J., Little, C., Thibodeau, A., Grodzinski, B. and Hao, X. 2019. Alternating red and blue light-emitting diodes allows for injury-free tomato production with continuous lighting, *Frontiers in Plant Science*, 10, p. 1114
- Larsen, D.H., Woltering, E.J., Nicole, C.C. and Marcelis, L.F., 2020. Response of basil growth and morphology to light intensity and spectrum in a vertical farm, *Frontiers in Plant Science*, 11, p. 597906
- Maghfiroh, J. 2017. Pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan tanaman, in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi Jurusan*

Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, pp. 51–58

- Malekzadeh Shamsabad, M.R., Esmailizadeh, M., Roosta, H.R., Dąbrowski, P., Telesiński, A. and Kalaji, H.M. 2022. Supplemental light application can improve the growth and development of strawberry plants under salinity and alkalinity stress conditions, *Scientific Reports*, 12(1), p. 9272
- Maleta, H.S., Indrawati, R., Limantara, L. and Brotosudarmo, T.H.P. 2018. Ragam metode ekstraksi karotenoid dari sumber tumbuhan dalam dekade terakhir (telaah literatur), *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 13(1), pp. 40–50
- Mardiyani, S.A. dan Muwarni, I. 2021. Pengaruh warna cahaya LED merah, biru, kuning dan media tanam terhadap pertumbuhan dan produksi *microgreen* bayam merah (*Amaranthus gangeticus*), *AGRONISMA*, 9(2), pp. 379–389
- Meas, S., Luengwilai, K. and Thongket, T. 2020. Enhancing growth and phytochemicals of two amaranth *microgreens* by LEDs light irradiation, *Scientia Horticulturae*, 265, p. 109204.
- Michaelian, K. and Cano Mateo, R.E. 2022. A photon force and flow for dissipative structuring: application to pigments, plants and ecosystems, *Entropy*, 24(1), p. 76.
- Modarelli, G.C., Paradiso, R., Arena, C., De Pascale, S. and Van Labeke, M.C., 2022. High light intensity from blue-red LEDs enhance photosynthetic performance, plant growth, and optical properties of red lettuce in Controlled Environment, *Horticulturae*, 8(2), p. 114.
- Muhar, T.J., Handayani, T.T. and Lande, M.L. 2016. Pengaruh KNO₃ dan cahaya terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kecambah benih padi (*Oryza sativa* L.) varietas ciherang, in *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*
- Naomi, A., Pertiwi, J., Permatasari, P.A., Dini, S.N. and Saefullah, A. 2018. Keefektifan spektrum cahaya terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna Radiata*), *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 4(2)
- Ningsih, R.S.M. 2019. Pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kacang merah
- Niroula, A., Amgain, N., Rashmi, K.C., Adhikari, S. and Acharya, J. 2021. Pigments, ascorbic acid, total polyphenols and antioxidant capacities in deetiolated barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*) *microgreens*. *Food Chemistry*, 354, p.129491
- Nurbayanti, S. 2017. Uji Senyawa Bioaktif dari tujuh spesies *microgreen* broad leaf sebagai antikanker (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung)

- Paradiso, R. and Proietti, S. 2022. Light-quality manipulation to control plant growth and photomorphogenesis in greenhouse horticulture: The state of the art and the opportunities of modern LED systems, *Journal of Plant Growth Regulation*, 41(2), pp. 742–780
- Priti, Sangwan, S., Kukreja, B., Mishra, G.P., Dikshit, H.K., Singh, A., Aski, M., Kumar, A., Taak, Y., Stobdan, T. and Das, S. 2022. Yield optimization, microbial load analysis, and sensory evaluation of mungbean (*Vigna radiata* L.), lentil (*Lens culinaris* subsp. *culinaris*), and Indian mustard (*Brassica juncea* L.) microgreens grown under greenhouse conditions. *Plone*, 17(5), p.e0268085.
- Rajan, P., Lada, R.R. and MacDonald, M.T. 2019. Advancement in indoor vertical farming for *microgreen* production. *American Journal of Plant Sciences*, 10(08), p.1397
- Rokhmah, N. A., dan Sapriliani, T. 2021. Respon pertumbuhan dan hasil panen *microgreens* pakcoy pada nutrisi dan media yang berbeda.
- Salim, M.A., 2021. Budidaya Microgreens-sayuran kecil kaya nutrisi dan menyehatkan.
- Septiani, M. and Drastini, Y. 2014. Total plate count of milk from dairy cooperatives in Yogyakarta and East Java, *Jurnal Sain Veteriner*, 32(1)
- Solekhah, S., Augustien, N. and 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), pp.112-120.
- Song, A.N. dan Banyo, Y. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman, *Jurnal ilmiah sains*, 11(2), pp. 166–173
- Syofia, I., Khair, H. dan Anwar, K. 2014. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) terhadap pemberian pupuk organik padat dan pupuk organik cair, *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 19(1)
- Tarakanov, I.G., Tovstyko, D.A., Lomakin, M.P., Shmakov, A.S., Sleptsov, N.N., Shmarev, A.N., Litvinskiy, V.A. and Ivlev, A.A. 2022. Effects of light spectral quality on photosynthetic activity, biomass production, and carbon isotope fractionation in lettuce (*Lactuca sativa* L.), plants, *Plants*, 11(3), p. 441
- Tetik AH, Fallo YM. 2016. Analisis pendapatan usahatani kacang hijau di Kecamatan Wewiku Kabupaten Malaka. *Agrimor Jurnal Agribisnis Lahan Kering* 1(3):53-54
- Widiwurjani, W., Guniarti, G., dan Andansari, P. 2019. Status kandungan sulfuraphane microgreen tanaman brokoli (*Brassica oleracea* L.) pada

berbagai media tanam dengan pemberian air kelapa sebagai nutrisi. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 4(1), 34-38

Yusuf. 2014. Pemanfaatan kacang hijau sebagai pangan fungsional mendukung diversifikasi pangan di Nusa Tenggara Timur. Hlm. 741-746.

Zainal, A., Hasbullah, F., Akhir, N. and Hervani, D. 2022. Pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan kandungan kalsium oksalat tanaman talas putih (*Xanthosoma sp*), *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2), pp. 514–525

Zakiyah, E., Prihandono, T. and Yushardi, Y. 2023. Pengaruh daya lampu ultraviolet light emitting diode (LED) growth terhadap pertumbuhan fisika tanaman selada sistem hidroponik, *jurnal pembelajaran fisika*, 12(2), pp. 68–75

Zhang, X., Bian, Z., Yuan, X., Chen, X. and Lu, C. 2020. A review on the effects of *light-emitting diode* (LED) light on the nutrients of sprouts and *Microgreens*', *Trends in food science & technology*, 99, pp. 203–216

Zhao, X. Qiao, X.R., Yuan, J., Ma, X.F. and Zhang, X. 2012. Nitric oxide inhibits blue light-induced stomatal opening by regulating the K⁺ influx in guard cells, *Plant science*, 184, pp. 29–35

