

Rekayasa Growth Light LED Berbasis Solar Cell untuk Percepatan Pertumbuhan Tanaman Hidroponik Pada Usaha “Sidomulyo Hidroponik”

Rafil Arizona*¹, Jhonni Rahman², Syarifah Farradinna³, Zaflis Zaim⁴
Prima Wahyu Titisari⁵

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

³Program Studi Psikologi, Fakultas Psikologi, Universitas Islam Riau

⁴Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

⁵Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau

*e-mail: rafilarizona@eng.uir.ac.id¹, jhonni_rahman@eng.uir.ac.id², syarifah.farradinna@psy.uir.ac.id³, zaflis@eng.uir.ac.id⁴, pw.titisari@edu.uir.ac.id⁵

Abstract

This activity is a research-based community service program. The goal of this community service program is to create a series of solar cell-based grow light led lights as a source of electrical energy in the "Sidomulyo Hydroponics" business, to increase the growth of hydroponic plants, to improve the quality and quantity of hydroponic plants, to provide residents with insight into optimizing the use of public land for urban farming, and to improve mental health during the pandemic by growing hydroponic crops. This program's outputs include the development of skills for residents of Sidomulyo housing to cultivate hydroponically, as well as the establishment of a hydroponic plant center. The implementation method used consists of two major stages: preparation and core. The following are the implementation results: all sessions in the preparation stage, as well as the core program of socialization, inauguration, core activities, and design projects, were completed on time. The use of a series of solar cell-based LED grow lights as a source of hydroponic electrical energy, increasing the quality and quantity of hydroponic plants in the "Sidomulyo Hydroponics" business, and being able to practice self-healing are all indicators of success.

Keywords: Solar Cell, Growth light LED, Hidroponic

Abstrak

Kegiatan ini adalah program pengabdian Masyarakat berbasis hasil penelitian. Tujuan program pengabdian masyarakat ini adalah untuk membuat rangkaian lampu grow light led berbasis solar cell sebagai sumber energi listrik pada usaha “Sidomulyo Hidroponik”, meningkatkan pertumbuhan tanaman hidroponik, meningkatkan kualitas dan kuantitas tanaman hidroponik, menambah wawasan warga dalam optimalisasi pemanfaatan lahan publik bagi urban farming, meningkatkan kesehatan mental di masa pandemi dengan bercocok tanam hidroponik. Program ini memiliki luaran: terbentuknya keterampilan warga perumahan Sidomulyo bercocok tanam secara hidroponik; dan terbentuknya pusat tanaman hidroponik. Metode pelaksanaan yang digunakan meliputi dua hal besar: tahap persiapan dan tahap inti. Hasil pelaksanaan yang telah dicapai sebagai berikut: seluruh sesi dalam tahap persiapan dan program inti dari sosialisasi, peresmian, kegiatan inti serta project desain berhasil diraih sesuai target. Indikatornya keberhasilannya adalah: pemanfaatan rangkaian lampu grow light led berbasis solar cell sebagai sumber energi listrik hidroponik, meningkatkan kualitas dan kuantitas tanaman hidroponik pada usaha “Sidomulyo Hidroponik”, serta mampu mempraktekkan self-healing.

Kata kunci: Panel surya, Growth light LED, Hidroponik

1. PENDAHULUAN

Pada masa pandemic Covid-19, salah satu kebijakan yang diterapkan pemerintah Indonesia adalah dengan membatasi kegiatan masyarakat. Kebijakan ini mengakibatkan ketersediaan pangan seperti sayuran pada beberapa waktu menjadi terbatas, terutama di daerah perkotaan. Menurut Umoh (2006) dan Kurniasih (2015), *urban farming* dapat dijadikan alternatif yang tepat dalam memenuhi supply dan demand sehingga dapat meningkatkan ketahanan pangan di perkotaan. Hal ini sejalan dengan pendapat Roidah (2014); Ahmad dan Setyowati (2021); yang

menyatakan bahwa urban farming juga dapat menjadi alternatif ketahanan pangan perkotaan karena dapat memberikan solusi pada masalah keterbatasan lahan.

Salah satu bentuk *urban farming* yang populer dilakukan dikalangan masyarakat di perkotaan adalah hidroponik. Hidroponik merupakan budidaya tanaman tanpa media tanah, melainkan menggunakan media air atau tenaga kerja air. Budidaya tanaman dengan metode ini dapat dilakukan di setiap rumah, lingkungan sekitar rumah atau di lahan milik publik (seperti halaman perkantoran atau fasilitas kesehatan) untuk memperoleh tanaman yang lebih sehat, fresh, dan ramah lingkungan. Biasanya tanaman yang dikembangkan adalah tanaman hortikultura. Menurut beberapa penelitian, waktu panen tanaman yang menggunakan metode hidroponik relatif lebih cepat, apabila didukung dengan nutrisi, suhu, dan pencahayaan yang terkontrol (Setiawan et al., 2020; Irianto, 2021). Selain itu budidaya tanaman dengan sistem hidroponik tidak mengenal musim sehingga cocok dijadikan sebagai alternatif solusi terhadap climate change (Lonardy, 2006; Roidah, 2014). Namun beberapa permasalahan yang sering ditemukan dalam pengembangan pertanian dengan sistem hidroponik diantaranya adalah nutrisi, suhu, dan cahaya yang harus terkontrol dengan baik. Jika hal ini terjadi, maka akan menghambat pertumbuhan tanaman hidroponik. Hal tersebut menjadi permasalahan baru bagi petani, karena mengontrol itu perlu adanya penggunaan pompa air dan listrik yang harus selalu aktif, sehingga mengakibatkan pengeluaran biaya listrik yang besar (Krisnandar, 2020). Oleh sebab itu, maka diperlukan adanya teknologi lampu LED sebagai sumber cahaya atau penerangan serta sumber energi yang lebih murah dan terbarukan untuk menggantikan penggunaan listrik konvensional.

Lampu LED merupakan lampu pertama yang diuji coba untuk hidroponik karena memiliki panjang gelombang yang cocok untuk proses fotosintesis tanaman (Massa et al., 2008; Nguyen et al., 2019). Lampu ini mampu meningkatkan proses pertumbuhan tanaman dan memberikan produksi yang lebih optimal, serta nilai gizi yang lebih baik. Cahaya merah dan biru pada LED penting dalam proses foto morfogenetik dan menstimulasi akumulasi biomassa, metabolit sekunder, dan merangsang proses pembungaan. Lampu LED lebih aman digunakan karena tidak menggunakan lapisan kaca, tidak menghasilkan suhu tinggi, dan tidak mengandung merkuri. Selain itu, kelebihan lain seperti: efisiensi energi, masa pakai yang lama, keefektifan fluks foton, dan fleksibilitas dalam aplikasi membuat LED lebih cocok untuk sistem pencahayaan pertanian masa depan dibandingkan sistem pencahayaan tradisional (Morrow, 2008; Olle dan Viršilè, 2013; Al Murad et al., 2021). Berdasarkan hasil penelitian Syafriyudin *et al.*, (2015); Bian *et al.*, (2015); Restiani (2015), lampu LED dapat meningkatkan efisiensi pertumbuhan tanaman lebih cepat, dan lebih efisien dalam penggunaan cahaya karena tidak membutuhkan energi yang banyak (Kobayashi, 2013; Lindawati, 2015).

Selanjutnya jika penggunaan LED dikombinasikan dengan energi terbarukan seperti penggunaan energi matahari (solar cell/solar panel), akan menjadi pilihan yang tepat dikarenakan penyinaran matahari yang berlangsung antara 7 sampai 8 jam sehari merupakan potensi yang baik (Krisnandar, 2020; Ma *et al.*, 2021).

Menurut Mohammad *et al.*, (2021), sel surya merupakan suatu perangkat energi terbaru yang bertujuan untuk mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip fotovoltaiik. Beberapa gabungan dari sel surya disebut sebagai panel surya atau modul surya. Perhitungan besarnya kapasitas modul surya biasa digunakan untuk sistem hidroponik yang dapat dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, di antaranya dengan jumlah total kebutuhan energi pada sistem, insolasi matahari, dan faktor penyesuaian. Energi terbarukan yang diperkenalkan kepada masyarakat tidak cukup dengan penyediaan peralatan saja, tetapi perlu adanya motivasi bagi setiap individu untuk berkari secara psikologis. Selama pandemi berlangsung banyak masyarakat yang mengalami keterpurukan dan lemahnya kemampuan psikologis dalam menjaga kesehatan mental (Hastuti dan Lorica, 2020). Menurut World Health Organisation (2019) sehat secara mental merupakan kondisi individu dalam kondisi sejahtera, mengenal potensi, dan mampu memberikan kontribusi pada lingkungan sosial masyarakat. Sistem hidroponik merupakan salah satu strategi *self-healing* untuk menurunkan stres di masa

pandemi, kegiatan ini dapat dilakukan secara mandiri, salah satunya adalah dengan melakukan bercocok tanam dengan hidroponik.

2. METODE

Kegiatan Pengabdian Masyarakat (ABDIMAS) berbasis Hasil Penelitian Perguruan Tinggi Swasta Tahun 2021, sebagai salah satu kegiatan Merdeka Belajar yang diselenggarakan di Kelompok Usaha “Hidroponik Sidomulyo”. Adapun kegiatan ini telah dilaksanakan pada hari Kamis tanggal 23 Desember 2021 bertempat di Kelompok Usaha “Hidroponik Sidomulyo” dengan alamat kompleks Perumahan Sidomulyo, jalan Camara Raya Kelurahan Perhentian Marpoyan, Kecamatan Marpoyan Damai, Pekanbaru. Judul kegiatan ABDIMAS ini adalah “Rekayasa Growth Light Led Berbasis Solar Cell untuk Percepatan Pertumbuhan Tanaman Hidroponik pada Usaha “Sidomulyo Hidroponik”. Kegiatan ini diisi dengan beberapa tahap yang terdiri dari:

1. Pelatihan rangkaian lampu *grow light led* berbasis *solar cell*
2. Pelatihan bertanam dengan metode hidroponik.
3. Peningkatan wawasan tentang sistem kepemilikan lahan & prinsip peran-serta warga dalam penataan ruang.
4. Pelatihan peningkatan kapasitas building dengan self-healing

Pelaksanaan pengabdian masyarakat dilakukan dengan memberikan materi dan dilakukan analisis kualitatif dan deskriptif yang diukur berdasarkan kemampuan dan praktek hidroponik beserta urban farming. Kegiatan ini berfokus pada aktivitas terkait dengan peningkatan kualitas dan kuantitas budidaya tanaman hidroponik berbasis solar cell dan growth light LED. Adapun kegiatan ABDIMAS bersama kelompok usaha “Hidroponik Sidomulyo” ini dilakukan dengan serangkaian kegiatan, yaitu

1. Sesi pertama, tim Abdimas Hidroponik Sidomulyo pada sesi pertama ini memberikan pemahaman tentang pentingnya *urban farming* saat ini. Hal ini dilakukan agar masyarakat belajar mempersiapkan diri menghadapi keterbatasan lahan pertanian secara tradisional. Materi pada sesi ini terkait dengan penjabaran fokus pada inovasi *urban farm*, salah satu jenis nya adalah *Microgreens* sebagai salah satu cara penanaman untuk tanaman yang dikonsumsi saat muda. Budidaya *Microgreen* sangat cocok dikembangkan melalui implementasi Z-Farming yang dilakukan dalam rumah, dan bermanfaat untuk meningkatkan kandungan senyawa bioaktif yang lebih tinggi.
2. Sesi kedua, tim Abdimas menyampaikan bahasan terkait urgensi pemanfaatan lahan publik dalam kegiatan urban farming. Sesi ini menjelaskan sistem kepemilikan lahan, kepastian penguasaan lahan, peluang peran-serta warga dalam pemanfaatan lahan publik dan dasar hukum kegiatan *urban farming*. Sebagai tambahan, warga mendapat penjelasan tentang proses pengajuan perizinan pemanfaatan ruang melalui OSS (*online system submission*).
3. Sesi ketiga dari kegiatan Abdimas ini bertajuk tetap sehat mental selama masa pandemi covid-19. Dalam sesi ini pemateri menjelaskan hal-hal terkait dengan kesehatan mental, hal-hal yang dapat dilakukan dalam menjaga kesehatan mental selama pandemi, dan bagaimana dapat melakukan self-healing secara mandiri.
4. Sesi terakhir dari Abdimas ini adalah pelatihan kepada masyarakat terkait langkah-langkah dan proses perangkaian *growth light led* berbasis *solar cell* sehingga dapat juga dilakukan oleh masyarakat.

Kegiatan Abdimas di Kelompok Usaha “Hidroponik Sidomulyo” menunjukkan antusiasme dalam seluruh kegiatan pelatihan dan sesi penyuluhan yang dilakukan. Pelatihan merangkai *growth light led* yang ditunjukkan dengan simulasi merangkai *solar cell* oleh perwakilan peserta. Pencapaian keberhasilan dari pelatihan dan penyuluhan Abdimas ini adalah peserta mampu memberikan respon terhadap serangkaian materi yang diberikan, dan terakhir mampu merangkai *Growth Light Led* berbasis *Solar Cell* secara mandiri.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, kegiatan Abdimas “Hidroponik Sidomulyo” menunjukkan respon terhadap seluruh sesi yang telah dilaksanakan dengan antusias dan menyelesaikan setiap pertemuan dari awal hingga akhir. Kegiatan Abdimas yang telah diselenggarakan juga menunjukkan perubahan dari sisi keilmuan terkait dengan pemahaman tentang pentingnya *urban farming* saat ini, menunjukkan kemampuan dalam memanfaatkan lahan untuk kegiatan urban farming di rumah atau di atas lahan milik publik. Begitu pula dalam sesi peningkatan kapasitas building self-healing dalam menghadapi pandemi covid-19, sementara itu pada sesi pelatihan *Growth Light Led* berbasis *Solar Cell* peserta mampu melakukan perakitan dan menunjukkan kemampuan dalam merakit nya.

Kegiatan Abdimas di Hidroponik Sidomulyo dilakukan dalam dua metode yaitu memberikan pelatihan dan sesi penyuluhan. Berdasarkan kondisi masyarakat secara umum, kelompok usaha Hidroponik Sidomulyo perlu meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil tanaman hidroponik. Kelompok usaha ini telah merambah pasar supermarket atau toko modern dengan harga yang lebih mahal dibandingkan dengan harga pasar tradisional. Oleh karena itu perlu adanya peningkatan kuantitas dan mempersingkat masa tumbuh tanaman melalui hidroponik dengan *Growth Light Led* berbasis *Solar Cell*.

Kemampuan lampu LED dalam proses fotosintesis tanaman dapat membantu mempercepat pertumbuhan tanaman (Massa et al., 2008; Nguyen et al., 2019). Dengan bantuan *Growth Light Led* berbasis *Solar Cell* kuantitas hasil tanaman organik dapat dilakukan lebih banyak, karena permintaan pasar setiap harinya meningkat. Kelompok usaha Hidroponik Sidomulyo merupakan kelompok usaha petani hidroponik yang tumbuh dan berkembang karena menjaga hasil produksi tanaman yang berkualitas baik. Namun mengingat permintaan pasar yang tinggi, warga cenderung membatasi produksi tanaman dalam skala besar. Untuk itu, warga perlu ekspansi usaha hidroponik ini diatas lahan-lahan milik umum seperti taman lingkungan perumahan, halaman sarana ibadah, atau di halaman Posyandu/ Puskesmas Pembantu.

Kemampuan kelompok usaha dalam menghasilkan lebih banyak hasil tanaman hidroponik menjadi salah satu kelemahan pelaku usaha dalam mengembangkan pasar. Selain itu, mengingat energi terbarukan saat ini belum mampu menjangkau kelompok usaha kecil, sehingga hasil produksi tanaman tidak dapat memenuhi pasar global. Secara psikologis pula, petani hidroponik memandang teknologi dan inovasi yang ada saat ini, belum dapat dipercaya karena ketidakmampuan sumber daya manusia dalam menjalankannya. Dengan demikian, perlu diberikan motivasi kepada petani hidroponik dalam menjalankan usaha perlu adanya inovasi dan teknologi terbarukan.

Pengenalan urban farming dan pelatihan hidroponik

Pada sesi pertama, dilakukan pengenalan berbagai macam urban farming kepada kelompok mitra. Setelah kelompok mitra mengetahui jenis urban farming lainnya yang potensial dan mudah untuk dilakukan, kelompok mitra terlihat antusias dan menyadari bahwasannya urban farming tidak hanya berfokus pada penggunaan teknologi hidroponik saja. Kelompok mitra tertarik dengan berbagai macam jenis pertanian perkotaan yang mudah untuk dilakukan, seperti vertical garden yang hanya memanfaatkan dinding atau tembok pagar dan botol bekas sebagai pengganti pot. Mereka tertarik akan hal ini karena dianggap mampu menggunakan kembali botol plastik bekas yang ada, sehingga lebih minim biaya serta ramah lingkungan. Selain itu, kelompok mitra juga tertarik dengan microgreens karena merupakan sesuatu yang baru bagi mereka. Selanjutnya pada sesi pertama ini juga diberikan pengetahuan terhadap perkembangan hidroponik, salah satunya adalah hidroponik berbasis panel surya. Disamping itu, pada sesi ini juga dilakukan pelatihan teknik hidroponik mulai dari tahap penyemaian benih pada media rockwool, pemindahan bibit ke net pot NFT (Nutrient Film Technique) hingga pemanenan. Untuk mendukung kelompok mitra dalam melakukan budidaya tanaman dengan teknik hidroponik, maka pada tahap ini juga diberikan beberapa benih kepada kelompok mitra.

Peningkatan wawasan pemanfaatan lahan publik

Pada sesi peningkatan wawasan terkait pemanfaatan lahan publik terlihat antusias warga dalam memahami arti penting proses perencanaan dan pemanfaatan ruang. Hal ini terlihat pada proses dialog atau tanya jawab setelah pemateri mempresentasikan bahasan sesi kedua. Warga mulai memahami arti penting keterlibatannya pada proses perencanaan pembangunan secara bottom-up, urgensi pemanfaatan lahan bagi produk-produk turunan hasil tani, proses perizinan usaha, jenis penguasaan lahan, bentuk-bentuk dan sebaran lahan milik publik. Pada akhirnya, warga diharapkan mampu mengoptimalkan pemanfaatan lahan publik untuk kegiatan bersama (urban farming) dimana lahan publik banyak tersebar di sekitar Kelurahan Perhentian Marpoyan terutama di Komplek perumahan Sidomulyo.

Menjaga stabilitas Kesehatan mental selama pandemi dengan metode self-healing

Pada sesi ini, pemateri menjelaskan hal-hal yang dapat dilakukan dalam menjaga kesehatan mental selama pandemi, dan cara melakukan self-healing secara mandiri. Warga sangat antusias karena mereka merasakan pengaruh pandemic covid-19 terhadap Kesehatan mental mereka. Dengan pelatihan ini, warga diharapkan mampu menerapkan metode self healing secara mandiri agar mendapatkan mental yang sehat.

Pengenalan panel surya sebagai sumber energi listrik ramah lingkungan dan lampu LED Grow Light sebagai sumber cahaya untuk merangsang percepatan pertumbuhan tanaman hidroponik

Panel surya yang digunakan pada kegiatan pengabdian masyarakat ini menggunakan 2 buah panel surya dengan jenis monocrystallin dengan daya yang dihasilkan 1 keping panel surya sebesar 200 WP, sehingga 2 buah panel surya menghasilkan daya listrik sebesar 400 WP. Panel surya merupakan sebuah peralatan yang dapat mengkonversi (mengubah) cahaya matahari secara langsung menjadi energi listrik, sehingga energi listrik yang dihasilkan benar-benar bersih, bebas dari kandungan bahan bakar yang biasanya menjadi sumber penggerak generator untuk membangkitkan listrik. Panel surya merupakan salah satu sumber energi baru dan terbarukan, dimana pemakaiannya sangatlah aman. Sehingga panel surya dapat menjadi peralatan utama yang mampu menggantikan listrik konvensional yg selama ini terhubung sebagai sumber energi listrik pada sistem hidroponik. Gambar dibawah ini merupakan kegiatan edukasi pengenalan panel surya kepada masyarakat kelompok Sidomulyo Hidroponik.

Lampu LED *Grow light* merupakan lampu LED yang dibuat khusus untuk percepatan pertumbuhan tanaman, lampu LED yang digunakan pada kegiatan ini yaitu berjumlah 4 buah yang dipasang pada 4 rak hidroponik dengan spesifikasi penggunaan daya sebesar 50 Watt. Lampu LED *Grow Light* merupakan inovasi terbaru dalam teknologi pertanian, inovasi ini bertujuan untuk mempercepat proses pertumbuhan tanaman sehingga produktivitas pemilik dalam memanen tanaman pertanian akan semakin meningkat 2 sampai 3 kali lipat.



Gambar 2. Edukasi Pengenalan Panel Surya sebagai Sumber Energi Listrik Ramah lingkungan dan Lampu LED Grow Light Sebagai Sumber Cahaya Perangsang Pertumbuhan Tanaman Hidroponik

4. KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan tim Abdimas “Hidroponik Sidomulyo” bersama mitra kelompok usaha tersebut, dapat disimpulkan bahwa pencapaian penyuluhan urban farming, pemanfaatan lahan publik, membangun kapasitas building sehat mental selama pandemic covid-19, dan pelatihan rekayasa *Growth Light Led* berbasis *Solar Cell* telah menunjukkan respon yang baik. Hal ini ditandai dengan respon peserta dalam mengikuti Abdimas ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Direktorat Pengabdian pada Masyarakat Kemristekdikti, kelompok usaha Sidomulyo Hidroponik, Ketua RT/Ketua RW 07 Kelurahan Perhentian Marpoyan, dan anggota Kelompok Wanita Tani (KWT) Sidomulyo.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad D.N., Setyowati L. (2021). Mengenalkan Urban Farming pada Mahasiswa Untuk Ketahanan Pangan di Masa Pandemi Covid-19 dan Menambah Nilai Ekonomi. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 4(1): 208-212.
- Al Murad M., Razi K., Jeong B.R., Samy P.M.A, Muneer S. (2021). Light Emitting Diodes (LEDs) as Agricultural Lighting: Impact and Its Potential on Improving Physiology, Flowering, and Secondary Metabolites of Crops. *Sustainability*, 13, 1985
- Bian. Z. (2018). Uncovering LED Light Effects On Plant Growth: New Angles And Perspectives – LED Light For Improving Plant Growth, Nutrition And Energy-Use Efficiency. *Article In Acta Horticulturae*. Nottingham, United Kingdom.
- Hartus, T. (2008). *Berkebun Hidroponik Secara Murah*. Edisi IX. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Irianto, H. (2021). Analisis Tekno-Ekonomi Sayuran Hidroponik Skala Rumah Tangga. *Laporan Akhir Penelitian Dana Mandiri*, Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Institut Teknologi Indonesia.
- Hastuti, A.S.O., Lorica, J.D. (2020). The Effect of Healing Garden to Improve the Patients Healing: An Integrative Literature Review. *Journal of Health and Caring Sciences*, 2 (1): 34-47.
- Kobayashi K., Amore T., Lazaro M. (2013). Light-Emitting Diodes (LEDs) for miniature hydroponic lettuce. *Journal. Optics and Photonics*. 3: 74-77.
- Kurniasih, M. (2015). Implementasi program urban farming sebagai strategi pembangunan ketahanan pangan perkotaan (studi di Kelurahan Made, Kecamatan Sambikerep, Kota Surabaya). *Jurnal Administrasi Publik*. 3(3): 52-72.
- Krisnandar. (2020). Analisa Biaya Perencanaan Sistem Pengairan Hidroponik Teknik N.F.T (Nutrient Film Technique. Menggunakan Pompa Air berbasis Solar Panel dibandingkan dengan Penggunaan Listrik dari PT. PLN (Persero). *Skripsi*, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Lonardy, M.V., (2006). Respon Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Terhadap Suplai Senyawa Nitrogen Dari Sumber Berbeda Pada Sistem Hidroponik. *“Skripsi” (Tidak Dipublikasikan)*. Universitas Tadulako, Palu.
- Lindawati Y., Triyono S., Suhandy D. (2015). Pengaruh lama penyinaran komposisi lampu LED dan lampu neon terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan hidroponik sistem sumbu (*wick system*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 4(3): 191-200.
- Ma, Y., Xu, A., Cheng, Z M. (2021). Effects of light emitting diode lights on plant growth, development and traits a meta-analysis. *Horticultural Plant Journal*, 7 (6): 552-564.
- Massa, G.D., Kim, H., Wheeler, R.M., Mitchel, C.A. (2008). Plant Productivity in Response to LED Lighting. *HortScience*, 7(43).

- Mohammad, L., Suyanto, Asy'ari, M.K., Husna A., Pakpahan, S. (2021). Pengembangan Sistem Hidroponik Otomatis-Modern Berbasis Panel Surya dan Baterai. *Jurnal Teknik dan Teknologi Informasi*, 10(1): 2301-4156.
- Morrow, Robert.C. (2008). LED Lighting in Horticultural. *HortScience* Volume 43.
- Nguyen, T.P.D., TRan, T.T.H., Nguyen, Q.T. (2019). Effects of light intensity on the growth, photosynthesis and leaf microstructure of hydroponic cultivated spinach (*Spinacia oleracea* L.) under a combination of red and blue LEDs in house. *International Journal of Agricultural Technology*. 15(1): 75-90.
- Olle M., Viršilè, A. (2013). The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Agricultural and Food Science*, 22: 223-234.
- Rosida I.S. (2014). Pemanfaatan Lahan Dengan Sistem Hidroponik. *Jurnal Universitas Tulung Agung Bonorowo*. 1(2).
- Restiani A.R., Triyono S., Tusi A., Zahab R. (2015). Pengaruh Jenis Lampu Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Dalam Sistem Hidroponik Indoor. *Jurnal Teknik Lampung*. 4(3): 219-226.
- Setiawan, D., Eteruddin, H., Siswati, L. (2020). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman Hidroponik. *Jurnal Teknik*, 14(2): 208-215.
- Syarifuddin, Ledhe, N.T. (2015). Pengaruh Variabel Warna Lampu Led Terhadap Pertumbuhan Tanaman Krisan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri "Sustainable Manufacturing"* 3 September 2015. Yogyakarta.
- Umoh, G.S. (2006). Resource Use Efficiency in Urban Farming: An Application of Stochastic Frontier Production Function. *International Journal of Agriculture & Biology*, 8.
- WHO. (2019). Mental Health During Covid-19 Pandemic. *Diakses pada tanggal 28 April 2020*.