

PENGARUH GROWLIGHT PADA KETINGGIAN TANAMAN UNTUK MENENTUKAN JARAK ANTAR GROW HOLE DENGAN GROWLIGHT

**Cornelius Hendriarto^{1*}, Hestika Dian Kusuma², Gregorius Aditya Dimas Nugroho³,
Raymond Saputra⁴, Blasius Anggaraharja Emar⁵**

^{1,2,3,4,5} Program Studi Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: cornelius.hendriarto@atmi.ac.id

Abstrak

Lampu Growlight adalah salah satu jenis lampu yang dapat digunakan dalam sistem hidroponik di dalam ruangan (*indoor*). Untuk mendapatkan hasil tanaman yang optimal maka diperlukan jarak peletakan antara growlight dengan tanaman yang tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan jarak optimal antara lampu dengan tanaman untuk produk yang sedang dirancang yaitu Smart Hydroponic Indoor Garden. Penelitian menggunakan cahaya LED yang sudah disesuaikan dengan warna yang dibutuhkan tanaman. Perlakuan cahaya buatan dilakukan di dalam ruangan menggunakan jarak cahaya 5cm dan 30 cm dari lampu ke permukaan growhole. Kedua perlakuan cahaya tersebut didapatkan hasil berupa nilai PPFD/PAR. Nilai PPFD dengan jarak 5cm didapatkan angka 118,504 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, sedangkan jarak 30cm didapatkan angka 79,410 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Hasil penelitian perlakuan growlight dengan jarak 30cm ke tanaman dapat teramati bahwa kecepatan pertumbuhan tanaman meningkat 25% bila dibandingkan dengan penanaman menggunakan cahaya matahari. Ketinggian tanaman juga dapat di optimalkan kembali melalui penurunan jarak antar tanaman dengan cahaya growlight sehingga dapat dihasilkan tanaman yang tidak terlalu tinggi dan memiliki lebar daun yang lebar.

Kata kunci: Growlight, Dalam Ruangan, LED, Jarak Cahaya, Kecepatan Pertumbuhan

1. PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 merupakan kerangka teknologi yang diterapkan Kementerian Pertanian (Kementan) dalam mentransformasi pertanian tradisional menuju pertanian modern. Kerangka ini sekaligus jawaban atas berkembang pesatnya modernisasi di bidang pertanian untuk memenuhi kebutuhan. Hal ini juga diikuti dengan naiknya *tren urban farming* khususnya pada wilayah perkotaan yang meningkat sebesar 8000% dari tahun 2014 hingga 2017. Meningkatnya *tren urban farming* dan teknologi *smart farming* ini sendiri dilihat sebagai peluang bisnis yang sangat baik oleh PT. ATMI IGI Center untuk membuat sebuah produk yang mengusung kedua tema tersebut, maka dari itu dibuatlah *Smart Hydroponic Indoor Garden*.

Dalam penerapan *urban farming* salah satunya diwujudkan dengan penggunaan *growlight* untuk mengoptimalkan penanaman di dalam ruangan (*indoor*). Pelataan jarak *growlight* dengan tanaman mampu mempengaruhi keefektifan dari durasi penanaman dan bila dibandingkan dengan penanaman tanpa *growlight* meningkat sebesar 25%. Maka dibutuhkan perancangan desain jarak antara *growlight* dengan tanaman yang optimal guna tercapainya efektifitas penanaman.

1.1. Spesifikasi Input

Di bawah ini akan dijelaskan apa saja yang akan menjadi input dari produk *Smart Hydroponic Indoor Garden* sekaligus dengan spesifikasinya:

1. Lampu LED

Model	: PT ATMI IGI Center.
Dimensi	: 500 x 75mm.
Intensitas cahaya	: 185 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ max.

Jumlah Growlight	: 2 Line.
Daya	: 10Watt – 36Watt.
2. Media tanam	
Jenis	: <i>Cocopeat, Rockwool.</i>
Dimensi	: Setengah dari tinggi <i>netpot.</i>
3. Air	
Jenis	: Air sumur, Air PDAM.
pH yang dibutuhkan	: 6-7.
Volume	: 20 Liter.
4. Nutrisi tanaman	
Jenis	: AB mix, Daun kering.
Komposisi	: 1:1 dengan volume air yang digunakan.
5. Benih tanaman	

1.2. Spesifikasi Output

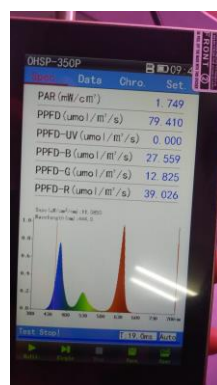
Ada beberapa output yang dihasilkan yakni berupa cahaya lampu yang digunakan sebagai pengganti matahari di dalam produk, tanaman segar, air dan nutrisi sisa.



Gambar 1. Output Produk

2. METODOLOGI

Proses penelitian ini memerlukan beberapa peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta mempergunakan beberapa metode untuk mendapatkan desain yang diharapkan mampu mengoptimalkan pertumbuhan di dalam ruangan.



Gambar 2. Pengukuran Menggunakan LUX meter

2.1. Metode Penelitian

Metode yang dipergunakan dalam perancangan mesin ini jika dilihat dari jenis data dan analisisnya adalah kombinasi metode penelitian kuantitatif yang didahului dengan metode penelitian kualitatif. Alur pengerjaan mempertimbangkan unsur-unsur penelitian yang dibahas secara kualitatif untuk kemudian diubah menjadi kuantitatif dengan melibatkan

scoring pada morfologi desain. Alat LUX meter digunakan dalam perancangan desain untuk mengukur tingkat PPFD yang di pancarkan oleh sinar LED dengan mempertimbangkan jarak antara LED dengan alat ukur tersebut. Jarak antara LED dengan alat ukur ini untuk mencari referensi jarak antara growlight dengan tanaman supaya mendapatkan hasil yang optimal.

2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 2.



Gambar 3. Flowchart Proses Penelitian

2.2.1. Pengumpulan Data Referensi

Pengumpulan data yang pertama dilakukan adalah dengan mencari referensi desain yang sudah ada di pasar internasional yang memiliki beragam jarak antar *growlight* dengan tanaman. Selain itu data juga didapatkan dari wawancara dan konsultasi dengan *customer*, sehingga didapatkan berbagai data yang dapat digunakan dalam penyusunan batasan masalah dan identifikasi masalah. Berbagai data yang didapatkan dapat digunakan sebagai referensi untuk mendesain produk terbaik dan optimal dan nantinya akan digunakan untuk merancang *Smart Hydroponic Indoor Garden*.

2.2.2. Pengujian Menggunakan Alat Ukur

Sebelum melakukan proses desain produk, LED *growlight* perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk mengetahui nilai PPFD yang dihasilkan oleh LED dengan jarak tertentu. Harapannya supaya LED berjalan sesuai fungsi yang diinginkan.

2.2.3. Pembuatan Desain Produk

Pembuatan desain produk digunakan untuk mengetahui bentuk dari *smart hydroponic indoor garden*. Dari desain produk tersebut akan terdapat suatu ukuran jarak antara LED *growlight* dengan tanaman sesuai dengan pengujian alat ukur yang telah dilakukan. Supaya tercapainya nilai PPFD yang optimal bagi tanaman.

2.2.4. Pembuatan Prototype

Pembuatan prototype merupakan bagian dari penelitian guna memberikan bukti nyata tentang keberhasilan desain dari produk *smart hydroponic indoor garden*. Setelah selesai pembuatan prototype produk maka dapat dilakukan analisa kembali supaya tercapainya

requirement list yang sudah ditetapkan dengan customer. Maka dapat diketahui sebuah peluang untuk pengembangan berikutnya agar tercapai optimalisasi penggunaan *Growlight*.



Gambar 4. Produk *smart hydroponic indoor garden*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan desain *smart hydroponic indoor garden* dilakukan beberapa pengujian baik melalui alat maupun dari narasumber terkait sehingga jarak LED dengan tanaman mendapatkan jarak yang optimal, serta mampu meningkatkan efektivitas penanaman sebesar 25%. Dari rancangan produk juga ditemukan beberapa kelemahan dalam memilih jarak yang sudah didesain sedemikian rupa.



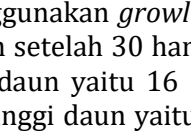
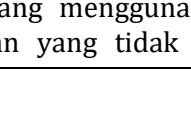
Gambar 5. Hasil Penanaman Menggunakan *Growlight*

3.1. Perbedaan Hasil Penanaman Menggunakan *Growlight* Dalam Waktu yang Sama

Pada perancangan desain *smart hydroponic indoor garden* untuk penggunaan *growlight* juga mempengaruhi hasil panen dari tanaman. Hasil panen tersebut bisa menjadi data untuk perbandingan, terutama pada penggunaan menggunakan *growlight* dan tanpa menggunakan *growlight*. Berikut dibawah ini merupakan data perbandingan yang diambil dalam waktu 30 hari, baik pada penggunaan *growlight* saat menanam ataupun tanpa menggunakan *growlight* saat menanam.

DATA TANDURAN SELADA INDOOR (Net Pot 55 x 16 x 17)								
pH Ideal : 5,5 - 6,5								
TDS Ideal : 560 - 840 ppm								
Hari / Tanggal	TDS	pH	Suhu	Nutrisi AB Mix	Liter Air tinggi	Ukuran pada Daun	Ukuran pada Akar	Gambar
Senin/10-05-2021	488	5,9	27	8 ml	6000 ml = 12 cm	-	-	
Selasa/11-05-2021	521	5,8	27	8 ml	6000 ml = 12 cm	-	-	
Rabu / 12-05-2021	493	6,1	28	8 ml	6000 ml = 12 cm	-	-	
Kamis / 13-05-2021	476	6,4	28	8 ml	12 cm	1 cm	-	
Jumat / 14-05-2021	474	6,5	28	8 ml	12 cm	2 cm	-	
Sabtu / 15-05-2021	471	6,7	29	8 ml	11 cm	2 cm	-	
Minggu / 16-05-2021	470	6,8	29	8 ml	11 cm	3 cm	-	
Senin / 17-05-2021	471	6,7	29	8 ml	11 cm	3 cm	3 cm	
Selasa / 18-05-2021	472	6,7	28	8 ml	11 cm	4 cm	4 cm	
Rabu / 19-05-2021	473	6,7	28	8 ml	11 cm	4 cm	4 cm	
Kamis / 20-05-2021	588	6,2	28	8 ml	11 cm	5 cm	4 cm	
Jumat / 21-05-2021	567	6	28	8 ml	11 cm	5 cm	4 cm	
Sabtu / 22-05-2021	585	6,1	28	8 ml	10 cm	6 cm	5 cm	
Minggu / 23-05-2021	584	6	28	8 ml	10 cm	6 cm	5 cm	
Senin / 24-05-2021	585	5,8	28	8 ml	10 cm	7 cm	5 cm	
Selasa / 25-05-2021	583	5,6	28	8 ml	10 cm	7 cm	6 cm	
Rabu / 26-05-2021	584	5,8	29	8 ml	9 cm	8 cm	6 cm	
Kamis / 27-05-2021	662	5,6	28	8 ml	9 cm	8 cm	7 cm	
Jumat / 28-05-2021	671	5,8	28	8 ml	9 cm	9 cm	7 cm	
Sabtu / 29-05-2021	713	5,7	28	8 ml	9 cm	9 cm	8 cm	
Minggu / 30-05-2021	707	5,6	27	8 ml	9 cm	10 cm	8 cm	
Senin / 31-05-2021	714	5,8	28	8 ml	8 cm	10 cm	9 cm	
Selasa / 01-06-2021	705	6	28	8 ml	8 cm	12 cm	9 cm	
Rabu / 02-06-2021	693	6,2	29	8 ml	8 cm	12 cm	10 cm	
Kamis / 03-06-2021	714	6	28	8 ml	8 cm	14 cm	10 cm	
Jumat / 04-06-2021	738	6,1	28	8 ml	7 cm	14 cm	12 cm	
Sabtu / 05-06-2021	750	6	28	8 ml	7 cm	15 cm	13 cm	
Minggu / 06-06-2021	810	6,1	28	8 ml	7 cm	15 cm	13 cm	
Senin / 07-06-2021	826	6,2	28	8 ml	7 cm	16 cm	14 cm	

Gambar 6. Data Penanaman Menggunakan *Growlight*

DATA TANDURAN SELADA OUTDOOR (Net Pot 55 x 16 x 17)								
pH Ideal : 5,5 - 6,5								
TDS Ideal : 560 - 840 ppm								
Hari / Tanggal	TDS	pH	Suhu	Nutrisi AB Mix	Liter Air tinggi	Ukuran pada Daun	Ukuran pada Akar	Gambar
Selasa / 11-05-2021	378	5,9	27	5 ml	4000 ml = 8 cm	-	-	
Rabu / 12-05-2021	466	6,2	28	5 ml	4000 ml = 8 cm	-	-	
Kamis / 13-05-2021	445	6,5	28	5 ml	8 cm	2 cm	-	
Jumat / 14-05-2021	445	6,7	28	5 ml	8 cm	2 cm	-	
Sabtu / 15-05-2021	435	6,8	28	5 ml	8 cm	3 cm	-	
Minggu / 16-05-2021	432	6,8	27	5 ml	8 cm	3 cm	-	
Senin / 17-05-2021	441	6,7	27	5 ml	7 cm	4 cm	-	
Selasa / 18-05-2021	444	6,8	27	5 ml	7 cm	4 cm	-	
Rabu / 19-05-2021	443	6,7	28	5 ml	7 cm	5 cm	-	
Kamis / 20-05-2021	486	6,3	28	5 ml	7 cm	5 cm	-	
Jumat / 21-05-2021	487	6,4	27	5 ml	7 cm	6 cm	-	
Sabtu / 22-05-2021	445	6,3	27	5 ml	7 cm	6 cm	-	
Minggu / 23-05-2021	442	6,4	27	5 ml	7 cm	7 cm	-	
Senin / 24-05-2021	482	6,1	28	5 ml	6 cm	7 cm	-	
Selasa / 25-05-2021	485	6,2	28	5 ml	6 cm	8 cm	-	
Rabu / 26-05-2021	487	6,2	28	5 ml	6 cm	8 cm	-	
Kamis / 27-05-2021	730	5,9	28	5 ml	6 cm	8 cm	-	
Jumat / 28-05-2021	734	5,9	28	5 ml	6 cm	9 cm	-	
Sabtu / 29-05-2021	744	5,8	28	5 ml	Ditambah air 2 liter = 8 cm	9 cm	-	
Minggu / 30-05-2021	742	5,8	28	5 ml	8 cm	9 cm	-	
Senin / 31-05-2021	745	5,7	27	5 ml	8 cm	10 cm	-	
Selasa / 01-06-2021	740	5,8	27	5 ml	8 cm	10 cm	-	
Rabu / 02-06-2021	708	6,1	28	5 ml	7 cm	10 cm	-	
Kamis / 03-06-2021	710	6	28	5 ml	7 cm	11 cm	-	
Jumat / 04-06-2021	732	5,8	28	5 ml	7 cm	11 cm	3 cm	
Sabtu / 05-06-2021	749	5,7	28	5 ml	7 cm	11 cm	3 cm	
Minggu / 06-06-2021	740	5,8	28	5 ml	7 cm	12 cm	3 cm	
Senin / 07-06-2021	739	5,7	28	5 ml	6 cm	12 cm	3 cm	

Gambar 7. Data Penanaman Tanpa Menggunakan Growlight

Dari kedua data diatas, dapat dilihat perbandingan menggunakan *growlight* dan tanpa penggunaan *growlight*. Pada tinggi daun perbedaan hasil tanam setelah 30 hari terlihat jelas, yaitu tanaman yang menggunakan *growlight* memiliki tinggi daun yaitu 16 cm sedangkan pada tumbuhan yang tidak menggunakan *growlight* memiliki tinggi daun yaitu 12 cm. Selain daun, juga pada akar yang dihasilkan. Pada penanaman yang menggunakan *growlight* memiliki akar sepanjang 14 cm, sedangkan pada tumbuhan yang tidak menggunakan

growlight memiliki akar sepanjang 3 cm. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan menggunakan *growlight* memiliki hasil yang lebih cepat baik pada pertumbuhan daun maupun akar pada tanaman yang di tanam.

3.2. Deskripsi Desain *Smart Hydroponic Indoor Garden*

Desain akhir smart hydroponic indoor garden yang mengusung tema bercocok tanam di lahan terbatas dan dapat digunakan di dalam ruangan. Dari bagian atas produk yang merupakan pusat kontrol dan penempatan *growlight* yang berjumlah 2 *growlight* dengan warna lampu yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, supaya dihasilkan tanaman yang sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan.

Desain pada bagian akrilik memiliki fungsi untuk menentukan jarak antara *growlight* dengan tanaman sehingga di desain sedemikian rupa sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan. Dan didapatkan desain akrilik dengan tinggi 30 cm untuk mendapatkan nilai PPFD sebesar $79,410 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Nilai PPFD ini dinilai sudah mencukupi kebutuhan customer. Serta waktu interval penyalan yang sudah diatur melalui sistem kontrol yang disesuaikan dengan kebutuhan pencahayaan terhadap tanaman.

3.3. Kemungkinan Pengembangan Desain *Smart Hydroponic Indoor Garden*

Berikut beberapa kemungkinan-kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan dalam rancangan:

1. Mendesain lampu lebih compact.
2. Memberikan *adjuster brightness* pada LED untuk membantu bila tanaman sudah tumbuh tinggi.
3. Mendesain ulang produk supaya dudukan LED dapat di *adjuster*.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan pemilihan desain produk *smart hydroponic indoor garden* setelah analisis kesesuaian fungsi dengan *engineering characteristic* dan *requirement list*, maka dapat disimpulkan bahwa desain *smart hydroponic indoor garden* yang ada sudah berfungsi dengan baik. Hanya tinggal menyempurnakan bentuk yang diinginkan tanpa mengurangi fungsi kan keoptimalan dari produk tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryadi, Rudi, 2017, Pengaruh cahaya lampu 15 watt terhadap pertumbuhan tanaman pandan (*pandanus amaryllifolius*), Jurnal Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Vol.3 No.2. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/Gravity>, diakses tgl 13 agustus 2021
- Sciforce, 2020, Smart Farming: The Future of Agriculture, <https://www.iotforall.com/smart-farming-future-of-agriculture>, diakses tgl 13 Agustus 2021
- Hendriarto, C, 2020, Pemilihan Akuator Dan Motor Pada Arm Robot 6 Axis Plc Training Unit, *IMDeC (Industrial and Mechanical Design Conference) 2020*, Vol. 2, hh. 1-8, <https://publikasi.atmi.ac.id/index.php/imdecatmi/article/view/80/67>
- Kusuma, H.D., 2020, Rancang Bangun Sistem Cartesian Robot 4 Axis Pada Mesin Injeksi Toshiba Ec 180 Sx Dengan Metode Pengambilan Penjepit Gripper, *IMDeC (Industrial and Mechanical Design Conference) 2020*, Vol. 2, hh. 1-6, <https://publikasi.atmi.ac.id/index.php/imdecatmi/article/view/71/57>
- Santoso, B.W.B., 2020, Pemilihan Kombinasi Komponenunit Slicing Pada Mesin Pembuat Keripik Kentang Dengan Metode Morfologi Konsep Sistem, *IMDeC (Industrial and Mechanical Design Conference) 2020*, Vol. 2, hh. 1-8, <https://publikasi.atmi.ac.id/index.php/imdecatmi/article/view/84/71>
- Widyatmoko, R.H., 2020, Pemilihan Mekanisme Magazine Carrier Station Unit Pada Handling System Training Unit, *IMDeC (Industrial and Mechanical Design Conference) 2020*, Vol. 2, hh. 1-7, <https://publikasi.atmi.ac.id/index.php/imdecatmi/article/view/83/70>

- Prabowo, Y., 2020, Sistem Memori Pada Pengambilan Dan Penyimpanan Lampu LED Otomatis Berbasis Internet of Things, *IMDeC (Industrial and Mechanical Design Conference)* 2020, Vol. 2, hh. 1-7, <https://publikasi.atmi.ac.id/index.php/imdec/atmi/article/view/63/53>
- Setiasih, N.H., PENGARUH DAYA LAMPU TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAK CHOI PADA SYSTEM HIDROPONIK *INDOOR*, Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol 5, NO.: 93-100, <https://media.neliti.com/media/publications/140972-ID-none.p>
- Kobayashi, K., A. Teresita, and M. Lazaro. 2013. Light-Emitting Diodes (LEDs) for Miniature Hydroponic Lettuce. *Optics and Photonics Journal*. Vol. 3: 74-77.
- Tanny, dan S. Amos. 2012. Studi pembentukan Suasana Ruang Melalui Rekayasa Material Lampu Pijar, TL, LED, Spot Halogen Pada Gedung "Jogja Gallery". http://ft.uaaj.ac.id/wp-content/uploads/2015/12/I2-Setiadi-_23-32_.pdf. 13 Agustus 2021.
- Pertamawati. 2010. Pengaruh Fotosintesis Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dalam Lingkungan Fotoautotrof Secara Invitro. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. Pusat TFM-BPP Teknologi. ejurnal.bppt.go.id/index.php/jsti/article/download/694/643. 13 Agustus 2021.
- Azis. S., PENGARUH DAYA LAMPU LED TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN BAYAM (*Amaranthus sp.*), Skripsi Mahasiswa Universitas Islam Negeri ALAUDDIN Makassar, <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/13070/1/SAMSINAR%20AZIS.pdf>. Diakses 13 Agustus 2021.
- Kurniawati, Lia. 2010. Pengaruh Pencahayaan LED. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia, <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/125587-R050846Pengaruh%20pencahayaan-Metodologi.pdf>.
- Erniyanti *et al.* 2016. Pengaruh Cahaya Terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau. Samarinda: Mitreka Satata, <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/13261/1/Nur%20Indasari.pdf>, Diakses 13 Agustus 2021.
- Komala Dyah Fajar 2017. Otomatisasi Pengendalian Pencahayaan Untuk Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L.) Dengan Sistem Tanam Hidroponik Di Dalam Greenhouse. Skripsi. Program Studi Fisika Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta, https://eprints.uny.ac.id/48748/1/SKRIPSI_Dyah%20Fajar%20Komala_12306141030.pdf, Diakses 13 Agustus 2021.
- Mikrajuddin Abdulah. 2017. Keefektifan Spektrum Cahaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau. *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, Vol 4, No.2, Hal 93-102.
- Nurdianna Daru., Retno Bandriyati Arni Putri., Dwi Harjoko. 2018. Penggunaan Beberapa Komposisi Spektrum Led Pada Potensi dan Hasil Hidroponik Indoor Selada Keriting Hijau. *Jurnal Agrosains*. Vol 20(1): 1-6, <https://jurnal.uns.ac.id/agrosains/article/view/26310>, Diakses 13 Agustus 2021.
- Susilowati Eka, dkk. 2015. Pengaruh Jarak Lampu Neon Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae*) Dengan Sistem Hidroponik Sumbu di Dalam Ruangan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol. 4, No. 4: 293-304, <https://media.neliti.com/media/publications/142247-ID-none.pdf>, diakses 13 Agustus 2021.
- Syafriyudin, N.T.L. 2015. Analisis Pertumbuhan Tanaman Krisan Pada Variabel Warna Cahaya Lampu LED. *Jurnal. Teknologi*. 8 (1): 83-87.