

**Kajian Penggunaan LED pada Pertumbuhan Tanaman Kailan
dengan Sistem Hidroponik Dalam Ruangan***Study of the Use of LEDs on the Growth of Kailan Plants
with Indoor Hydroponic Systems***Christian I G Hutapea, Leo Kalesaran, Daniel P M Ludong***Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian UNSRAT
Manado, 95115*Email korespondensi: mantilenpd@yahoo.com

(Article History: Received Feb 8, 2023; Revised March 10, 2023; Accepted July 24, 2023)

ABSTRAK

Penggunaan lampu LED (Light Emitting Diode) pada sistem hidroponik dalam ruangan dapat mengoptimalkan proses fotosintesis pada tanaman. Ini bisa sebagai substitusi sebagian atau seluruh pencahayaan dari matahari selang waktu pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan mengkaji perlakuan intensitas cahaya LED dan lama penyinaran terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra* L) sistem hidroponik dalam ruangan. Penelitian bersifat eksperimental dengan 5 perlakuan: paparan warna lampu LED putih (A1) dan biru (A2), lama paparan 16 jam (B1) dan 20 jam (B2) serta sinar matahari (K0) sebagai control dalam greenhouse. Perlakuan dengan lampu LED ditempatkan di dalam growth chamber Setiap perlakuan terdiri dari 4 ulangan dengan total 20 tanaman. Data ditampilkan secara grafis dan tabel dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas lampu LED putih dan lama penyinaran 20 jam lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya meliputi tinggi tanaman, diameter batang, lebar daun, panjang daun, jumlah daun, bobot segar, dan efisiensi air.

Kata kunci: Lampu LED; Hidroponik dalam ruangan; Kailan; Growth chamber

ABSTRACT

The use of LED (Light Emitting Diode) in indoor hydroponic systems can optimize the process of photosynthesis in plants. This can be a replacement of sunlight during plant growth. This study aims to examine the treatment of LED light intensity and duration of irradiation on the vegetative growth of kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra* L) in indoor hydroponic systems. This experimental study consisted of 5 treatments: exposure to white (A1) and blue (A2) LED lights, exposure time of 16 hours (B1) and 20 hours (B2) and sunlight (K0) as a control in a greenhouse. Treatment with LED lights placed in the growth chamber. Treatment consisted of 4 replicates with a total of 20 plants. The results showed that the white LED light intensity and 20 hours of irradiation time were better than other treatments including plant height, stem diameter, leaf width, leaf length, number of leaves, fresh weight, root weight and water efficiency.

Keywords: LED Lights; Kailan; Indoor hydroponics; Growth chamber

PENDAHULUAN

Negara Indonesia memiliki jumlah penduduk yang padat, berdasarkan data Administrasi Kependudukan per Juni 2021 jumlah penduduk sebanyak 272.229.372 jiwa. Padatnya penduduk maka akan meningkatnya pula kebutuhan pangan. Upaya dalam meningkatkan kebutuhan pangan memiliki kendala diantaranya beralihnya fungsi lahan pertanian menjadi sektor pembangunan non pertanian dan kondisi cuaca yang kurang mendukung seperti curah hujan yang tinggi serta perubahan cuaca yang ekstrem. Indonesia merupakan negara tropis

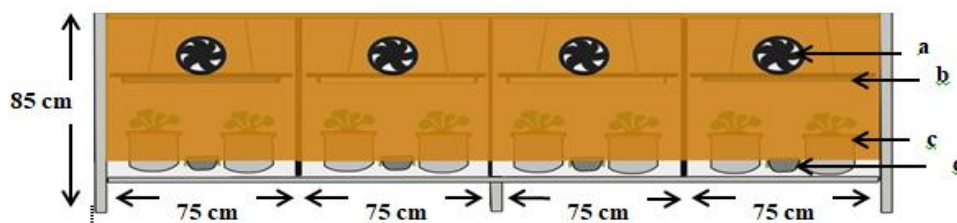
yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi, mengingat curah hujan dapat berpengaruh terhadap produksi tanaman cukup signifikan seperti gagal panen, curah hujan yang tinggi juga berdampak pada penyinaran matahari kurang optimal yang mengakibatkan proses fotosintesis tidak berlangsung sempurna dan membuat tanaman mengalami gejala etiolasi sehingga menghambat proses pertumbuhan tanaman itu sendiri.

Mengatasi kendala tersebut dapat menerapkan ekstensifikasi pertanian dengan menggunakan sistem hidroponik *indoor*. Hidroponik merupakan budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah yang dapat dilakukan dimana saja dan lebih intens dengan meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi tanaman, hidroponik dapat diterapkan di dalam ruangan dan berpotensi menjadi alternatif budidaya tanaman karena suhu udara tidak sepanas di luar serta tidak mengenal musim dan meminimalisir hama sehingga dapat mempermudah mengontrol lingkungan tempat budidaya tanaman tetapi memiliki kekurangan yaitu intensitas cahaya yang kurang baik. Intensitas cahaya menjadi faktor yang cukup penting dalam proses pertumbuhan tanaman untuk membantu berlangsungnya proses fotosintesis (Syafriyudin, 2015). salah satu upaya yang dapat dilakukan agar pencahayaan lebih optimal dengan menggunakan lampu LED. Penggunaan lampu LED pada sistem hidroponik *indoor* dapat mengatasi kendala kurangnya pencahayaan matahari di dalam ruangan sehingga proses fotosintesis pada tanaman sempurna. Agar tumbuhan sehat, sebaiknya disinari lampu LED tidak melampaui 14 – 16 jam setiap harinya (Indisari, 2019). Sesuai dengan pernyataan Sutoyo (2011) bahwa setiap tanaman memerlukan lama penyinaran yang berbeda pada fase pertumbuhannya.

Tujuan penelitian ini untuk mengkaji substitusi cahaya matahari dengan lampu LED (*Light Emitting Diode*) untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman kailan di dalam ruangan dengan mengetahui pengaruh intensitas lampu LED warna biru dan putih serta pengaruh lama penyinaran terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleracea var. alboglabra L*) dengan sistem hidroponik *indoor*.

METODE

Penelitian inovatif ini dilakukan di dalam ruang pertumbuhan (*growth chamber*) (**Gambar 1**) tanpa ada sinar matahari, pencahayaan menggunakan lampu LED T5 10 watt dengan lama penyinaran 16 dan 20 jam. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental. Data ditampilkan dalam tabel dan dianalisis secara deskriptif dengan 5 perlakuan yaitu warna paparan lampu LED putih (A1), biru (A2), dan lama paparan 16 jam (B1) dan 20 jam (B2) dan kontrol cahaya matahari (K0). Sedangkan perlakuan kontrol di tempatkan dalam green house. Lama paparan lampu LED dimulai dari jam 06:00 WITA. Parameter penelitian ini adalah intensitas cahaya, suhu udara, kelembaban udara diukur dari pagi hari, siang hari dan sore hari, evapotranspirasi diukur seminggu sekali dan efisiensi penggunaan air tanaman diukur setelah panen kailan dimana bobot segar kailan dibagi dengan kebutuhan air, pertumbuhan tanaman kailan diukur perkembangan setiap seminggu sekali (tinggi batang, diameter batang, lebar daun, panjang duan, jumlah daun) dan berat segar tanaman kailan diukur setelah panen. Data yang telah didapatkan akan dianalisis menggunakan Microsoft Excel. Pada hasil analisa menggunakan Ms.Excel dapat diketahui data pada pengaruh setiap variabel dalam bentuk tabel dan histogram selanjutnya dianalisis secara deskriptif.



Sumber : Gambar Pribadi

Gambar 1. Ruang pertumbuhan (*Growth Chamber*)

Keterangan: (a) fan exhaust (b) lampu LED (c) tanaman kailan (d) wadah air

Growth chamber memiliki dimensi 300 cm x 60 cm x 85 cm yang dibagi menjadi 4 kolom dimana 2 kolom dengan perlakuan lama penyinaran 16 jam dan 2 kolom dengan perlakuan lama penyinaran 20 jam. Setiap kolom terdapat 4 sampel tanaman kailan dan menggunakan 5 lampu led jadi total lampu yang digunakan 20 lampu, sirkulasi udara di dalam menggunakan mini fan 12v DC dan wadah air berfungsi untuk kelembaban udara di dalam *growth chamber*.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu lampu LED T5 10 watt 1000 lumen warna putih 10 lampu dan biru 10 lampu, power supply AC-DC, switch timer, TDS meter, thermometer batang, lux meter AR813A, Fan mini DC 12v 4 buah, jangka sorong, penggaris, PH meter, tandon, net pot, bor dinding, gergaji, solder. Bahan-bahan yang digunakan benih kailan, nutrisi AB mix, *rockwool*, kain flanel, tripleks, kabel listrik 2x10, timbah, dan kabel tic.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Lingkungan

Perlakuan paparan lampu di rumah tanaman mulai jam 06:00 pagi dengan variasi lama paparan 16 jam dan 20 jam dengan jarak lampu ke tanaman 20 cm. Parameter lingkungan yang diamati dalam penelitian ini adalah intensitas cahaya, suhu udara, kelembaban udara. Adapun nilai rata-rata intensitas yang didapatkan pada lampu LED putih di rumah tanaman yaitu 9.498 lux dan rata-rata intensitas lampu LED biru di dalam rumah tanaman adalah 8.719 lux. Rata-rata intensitas cahaya lampu LED pada waktu pagi, siang dan sore diduga stabil dikarenakan jarak lampu diatur 20 cm dan minimnya cahaya dari luar.

Intensitas rata-rata cahaya matahari di dalam *greenhouse* pada pagi hari 10.854 lux, siang hari 48.517 lux dan sore hari 1.981 lux. Perlakuan lampu LED pada nilai rata-rata intensitas tertinggi terdapat pada perlakuan lampu LED putih dibandingkan dengan perlakuan lampu LED biru. Tanaman sayur pada umumnya dapat tumbuh optimal dengan sinar 15 sampai 20W/ft² setara dengan 161 sampai 215 W/m² (Vandre, 2008). Pada penelitian ini, rata-rata intensitas cahaya pada lampu putih 9.498 LUX setara dengan ± 81 W/m² dan rata-rata intensitas lampu biru 8.719 lux setara dengan ± 75 W/m². Nilai intensitas dalam penelitian ini masih kurang optimal dengan yang dibutuhkan tanaman. Seperti yang dikatakan (Kurniaty dkk, 2010) intensitas cahaya yang terlalu tinggi akan berpengaruh terhadap aktivitas sel-sel stomata daun dalam mengurangi transpirasi sehingga mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman.

Parameter rata-rata suhu udara yang didapatkan di rumah tanaman pada kolom perlakuan lampu LED putih adalah pagi 28,59 °C, siang 31,09 °C, dan sore 29,73 °C dan suhu pada kolom perlakuan lampu LED biru adalah pagi 28,42 °C, siang 31,09 °C dan sore 29,74 °C dan suhu udara di dalam *greenhouse* adalah pagi 27,92 °C, siang 32,32 °C dan sore 28,98 °C. Suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena suhu berpengaruh terhadap respirasi, transpirasi tumbuhan dan bukaan stomata hingga laju penyerapan air pada tanaman. Suhu yang tinggi dapat merusak enzim sehingga proses metabolisme tanaman tidak berjalan dengan baik. Suhu optimum pada setiap tanaman berbeda-beda. Berdasarkan penelitian Pertamawati (2010), perlakuan suhu dan intensitas cahaya yang diberikan dalam percobaan berpengaruh terhadap pertumbuhan daun, baik jumlah, luas area maupun berat segarnya.

Parameter rata-rata kelembaban udara pada kolom perlakuan lampu LED putih yaitu 83,1% dan rata-rata kelembaban udara pada kolom perlakuan lampu LED biru yaitu 83,74% dan kelembaban udara di dalam *greenhouse* 83%. Kelembaban udara memiliki pengaruh pada proses transpirasi tanaman, laju transpirasi akan meningkatkan laju penyerapan air pada tanaman sehingga dapat berpengaruh pada proses pertumbuhan tanaman.

Evapotranspirasi dan Efisiensi Air

Dari **Tabel 1** dapat dilihat bahwa rata-rata evapotranspirasi setiap perlakuan berbeda-beda, nilai rata-rata evapotranspirasi cahaya matahari mencapai 3.300 L sedangkan di perlakuan LED putih selama 20 jam mencapai 2.995 L, perlakuan LED putih 16 jam mencapai 2.500 L, perlakuan LED biru selama 20 jam mencapai 2.785 L dan perlakuan LED biru 16 jam mencapai 1.975 L.

Tabel 1. Evapotranspirasi dan Efisiensi Air

Perlakuan	Total ET(L)		Rata-rata berat basah (g)	Produktivitas air (g/L)
	Per 4 tanaman	Pertanaman		
A1B2	2,995	0,7488	79,99	106,831
A1B1	2,500	0,6250	64,38	103,008
A2B2	2,785	0,6963	63,33	90,959
A2B1	1,975	0,4938	42,42	85,914
KO	3,300	0,8250	62,75	76,061

Keterangan : (A1B2) LED Putih Selama 20 Jam, (A1B1) LED Putih Selama 16 Jam, (A2B2) LED Biru Selama 20Jam, (A2B1) LED Biru Selama 16 Jam, (KO) Cahaya Matahari.

Kebutuhan air tanaman setiap perlakuan berbeda-beda untuk tiap tanaman. pada perlakuan lampu LED putih 20 ja (A1B2) yaitu 0,75 L, perlakuan lampu LED putih 16 jam (A1B1) yaitu 0,63 L, perlakuan lampu LED biru 20 jam (A2B2) yaitu 0,70 L, perlakuan lampu LED biru 16 jam (A2B1) yaitu 0,49 L, sedangkan sampel kontrol cahaya matahari (KO) yaitu 0,83L. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan kontrol tidak berbeda jauh terhadap perlakuan lampu LED dengan lama penyinaran 20 jam. rata-rata efisiensi air terhadap tanaman kailan pada setiap perlakuan berbeda-beda. Pada perlakuan lampu LED putih 20 jam (A1B2) mencapai 106,83 g/L, perlakuan lampu LED putih 16 jam (A1B1) mencapai 103,01 g/L, perlakuan lampu LED biru 20 jam (A2B2)

mencapai 90,96 g/L, perlakuan lampu LED biru 16 jam (A2B1) mencapai 85,91 g/L, sedangkan perlakuan kontrol dengan matahari (KO) mencapai 76,06g/L. Perlakuan lampu LED putih 20 jam memiliki nilai rata-rata tertinggi produktivitas air dan jauh berbeda dengan perlakuan kontrol dengan cahaya matahari. Efisiensi penggunaan air dapat ditingkatkan dengan meningkatkan potensi hasil dan mengurangi air irigasi (Retno dkk, 2011).

PerkembanganTanaman Kailan

Data pengamatan dan perhitungan **Tabel 2** merupakan gambaran rata-rata tinggi tanaman kailan dari minggu ke 1 sampai hari ke 6 dalam satuan milimeter (mm). Dimana perlakuan kontrol dari penelitian ini memiliki tinggi tanaman yang paling rendah yaitu 142,975 mm. Sedangkan rata-rata tinggi batang yang tertinggi terdapat pada perlakuan paparan lampu LED biru selama 20 jam yaitu 307,725 mm dan perlakuan LED biru selama 16 jam yaitu 230,50 mm, dibandingkan dengan perlakuan lampu LED 20 jam penyinaran tinggi tanaman mencapai 197,975 mm dan 16 jam mencapai 149,35 mm. Meskipun tinggi tanaman kailan pada perlakuan LED biru memiliki nilai rata-rata tertinggi dari setiap perlakuan namun memiliki batang yang kurus, dengan demikian tinggi pertumbuhan tanaman kailan pada perlakuan LED biru belum bisa dinyatakan optimal pertumbuhan tanaman kailan hal ini disebabkan intensitas cahaya warna lampu biru masih rendah yang mengakibatkan pemanjangan sel-sel batang oleh hormon auksin.

Tabel 3 merupakan data lebar daun kailan dan **Tabel 4** merupakan data panjang daun. dilihat bahwa penambahan paparan cahaya LED dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan daun, dapat dilihat bahwa lebar daun pada setiap perlakuan memiliki lebar daun yang berbeda. Hal ini dapat dilihat bahwa lebar daun perlakuan kontrol mempunyai rata-rata lebih baik yaitu lebar daun 111,3 mm panjang daun 128,975 mm dibandingkan dengan perlakuan paparan LED putih dan biru selama 16 jam dan 20 jam. Perlakuan lampu putih selama 20 jam mencapai lebar daun 109,9 mm panjang daun 116,375 mm, pada perlakuan lampu putih selama 16 jam mencapai lebar daun 103,375 mm panjang daun 114,275 mm, dan pada lampu biru selama 20 jam mencapai lebar daun 98,725 mm panjang daun 110,925mm sedangkan lampu biru selama 16 jam mencapai lebar daun 88,725 mm panjang daun 94,425 mm.

Lampu LED putih memiliki nilai rata-rata lebar daun lebih baik dibandingkan dengan lampu LED biru, diduga karena lampu LED biru menghasilkan intensitas cahaya yang lebih kecil dibandingkan lampu putih dan rentang panjang gelombang (PAR) yang diserap oleh tanaman belum maksimal dalam proses fotosintesis. Perbedaan warna cahaya lampu LED yang diberikan akan memberi pengaruh karena setiap warna cahaya memiliki rentang panjang gelombang tertentu yang diserap oleh tanaman dalam proses fotosintesis dan proses tumbuhan (Campbell, 2008).

Tabel 2. Data Pengamatan Terhadap Tinggi Batang Kailan.

warna lampu	Lama Paparan	Minggu ke					
		1	2	3	4	5	6
Putih	20 jam	43,775	67,525	92,575	132,25	160,4	197,975
	16 jam	42,475	67,9	95,425	121,1	137,275	149,35
Biru	20 jam	46,425	74,4	108,025	174,825	244,325	307,725
	16 jam	45,5	68,975	103,675	153,2	192,25	230,5
Kontrol		44,925	65,425	89,2	112,475	132,15	142,975

Tabel 3. Data Pengamatan Terhadap Lebar Daun Kailan

Warna Lampu	Lama Paparan	Minggu ke					
		1	2	3	4	5	6
Putih	20 jam	35,725	47,575	62,55	79,9	97,2	109,9
	16 jam	32,65	44,975	64,975	79,625	89,175	103,375
Biru	20 jam	30,85	46,175	58,675	74,7	87,325	98,725
	16 jam	29,15	36,6	53,775	66,375	80,65	88,8
Kontrol		32,125	47,75	53,325	78,75	97,325	111,3

Tabel 4. Data Pengamatan Panjang Daun Kailan

Warna Lampu	Lama Paparan	Minggu ke					
		1	2	3	4	5	6
Putih	20 jam	37,85	50	69,9	86,275	103,6	116,38
	16 jam	34,525	48,125	69,7	85,575	98,975	114,28
Biru	20 jam	33,3	47,8	63,025	79,3	96,25	110,93
	16 jam	30,7	40,225	59,475	71,425	86,975	94,43
Kontrol		34,9	51,675	73,125	89,425	110,15	128,975

Tabel 5. Data Jumlah Daun Kailan

Warna Lampu	Lama Paparan	Minggu ke					
		1	2	3	4	5	6
Putih	20 jam	5,5	7	8,5	9,5	11,5	13,5
	16 jam	5,25	7,25	8,3	9,8	11,5	13,3
Biru	20 jam	5,5	6,5	7,8	8,8	10	12
	16 jam	5,25	5,8	7,8	9	10	11
Kontrol		5,5	6,8	7,8	9,3	10	12

Data pengamatan jumlah daun (helai) **Tabel 5** tanaman kailan dengan waktu 6 minggu di setiap minggu pengukurannya, pada sampel kontrol rata-rata jumlah daun tanaman mencapai 12 helai, sedangkan di data dengan perlakuan paparan lampu LED warna putih mencapai 13,3-13,3 helai, dan perlakuan paparan lampu LED warna biru mencapai 11- 12 helai. Menurut (Lindawati, 2015) bahwasanya jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan yang penyinaran terlama yakni 20 jam, lamanya paparan dapat mempengaruhi proses fotosintesis, karena proses fotosintesis akan optimal jika daun yang menjadi tempat utama proses fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun maka semakin banyak proses fotosintesis, dan adanya sinar yang lebih tinggi intensitasnya lebih baik dari dari yang rendah.

Diameter Batang Tanaman Kailan

Nilai rata-rata diameter batang tanaman yang tertinggi di peroleh pada perlakuan LED putih selama 20 jam dengan nilai 6,98 mm, dan nilai terendah di peroleh pada perlakuan LED biru selama 16 jam dengan nilai 3,85 mm pada perlakuan kontrol dengan radiasi matahari di peroleh 6,15 mm tidak jauh berbeda dengan nilai rata-rata diameter perlakuan LED putih selama 20 jam.

Tabel 6 Data Diameter Batang Kailan

Perlakuan	Rara-rata Diameter Batang (mm)
A1B2	6,98
A1B1	5,33
A2B2	4,38
A2B1	3,85
KO	6,15

Keterangan : (A1B2) LED Putih Selama 20 Jam, (A1B1) LED Putih Selama 16 Jam, (A2B2) LED Biru Selama 20Jam, (A2B1) LED Biru Selama 16 Jam, (K0) Cahaya Matahari.

Berat Segar Tanaman Kailan

Hasil pengamatan rata-rata berat segar pada setiap perlakuan berbeda-beda memberikan pengaruh terhadap berat basah pada tanaman kailan.

Tabel 7 Data Berat Segar dan Akar Kailan

Perlakuan	Rata-Rata Berat Segar Kailan (g)	Rata-Rata Berat Basah Akar (g)
A2B2	1,53	63,33
A1B2	2,35	79,99
A1B1	1,71	64,38
A2B1	0,94	42,42
K0	1,81	62,75

Berat segar rata-rata tanaman kailan tertinggi terdapat pada perlakuan paparan lampu LED putih selama 20 jam dengan nilai 79,99 g. Nilai tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lampu LED biru selama 16 jam. Menurut Kinasihati (2003), peningkatan berat segar ini disebabkan oleh peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun sebagai bagian vegetatif pada tanaman. Berdasarkan penelitian Susilowati, (2015) menyatakan bahwa semakin besar tingkat intensitas cahaya berpengaruh terhadap berat sayur, dimana semakin tinggi tingkat intensitas cahaya maka proses fotosintesis akan lebih cepat. Rata-rata berat basah akar tanaman kailan pada sampel kontrol cahaya matahari mencapai 1,81g sedangkan perlakuan lampu LED putih 20 jam (A1B2) mencapai 2,35 g, perlakuan lampu LED putih 16 jam (A1B1) mencapai 1,71 g, perlakuan lampu LED biru 20 jam (A2B2) mencapai 1,53g, perlakuan lampu LED biru 16 jam (A2B1) mencapai 0,94 g.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari pengaruh intensitas cahaya lampu LED dan lama penyinaran menunjukkan bahwa perlakuan paparan lampu LED putih dengan intensitas rata-rata 9.498 lux lebih baik dari perlakuan lampu LED biru dengan rata-rata intensitas 8719 lux dan lama penyinaran 20 jam paling baik dari

perlakuan lama penyinaran 16 jam terhadap pertumbuhan vegetatif kailan dengan hasil tinggi batang 197,975 mm, diameter batang 6,975 mm, lebar daun 109,9 mm, panjang daun 116,375 mm, jumlah daun 13,5 helai, berat segar kailan 79,99 g, berat basah akar 2,35, dan efisiensi air 106, 831 g/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Dukcapil.Kemendagri. (2021). *Distribusi Penduduk Indonesia Per Juni 2021.*, dari <https://dukcapil.kemendagri.go.id> Diakses pada 10 Mei 2022
- Indirasari, S. S. (2019). The Linkages of Laboratory Facilities and Motivation to the Learning Outcomes of emarang Hight School. Semarang: Students journal of Innovative Science Education.
- Kinasihati, E., (2003). Studi Kebutuhan Nitrogen Tanaman Selada. Universitas Jember. Lee, C. W., I. S. So., S. W, Jeong., dan M. R. Huh. 2010. Application of Subirrigation Using Capillary Wick System to Pot Production. *Journal of Agriculture & Life Science* 44. (3): 7-14.
- Kurniaty R., Budiman B., Surtani M. (2010). Pengaruh Media dan Naungan Terhadap Mutu Bibit Suren (Toona sureni MERR.). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 7 (2) : 77-83
- Lindawati, Yesi., S.Triyono dan D. Suhandy. (2015). Pengaruh Lama Penyinaran Kombinasi Lampu LED dan Lampu Neon terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapaL.*) dengan hidroponik sistem sumbu (*wicksystem*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(3):191-200.
- Retno A., Tania J., Meinarti N. S. (2011). Efisiensi penggunaan air tanaman padi dengan irigasi kontinyu dan berselang di kecamatan mijen, semarang. <https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/47431/G11ras.pdf>
- Susilowati, E. (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
- Sutoyo. (2011). Fotoperiode dan pembungaan tanaman. *Jurnal Buana Sains*, 11(2), 137-144.
- Syafriyudin, N.T.L. (2015). Analisis pertumbuhan tanaman krisan pada variabel warna cahaya lampu LED. *Jurnal Teknologi*, 8(1), 83-87.
- Vandre, W. (2011). *Fluorescent Lights For Plant Growth*. Journal HGA-00432. University of Alaska Fairbanks.