

**PENGARUH LAMA PENYINARAN WARNA PUTIH LAMPU
LED (*Light Emitting Diode*) TERHADAP PERTUMBUHAN
TANAMAN PAKCOY (*Brassica Rapa L*) DENGAN SISTEM
HIDROPONIK SUMBU DALAM RUANGAN**

***THE INFLUENCE OF LED(Light Emitting Diode)
WHITE EXPOSURE ON THE GROWTH OF PAKCOY
(Brassica Rapa L) PLANT WITH INDOOR WICK
HYDROPONIC SYSTEM***

TUGAS AKHIR

Disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
TeknikProgram Studi S1 Teknik Fisika

Disusun oleh:

ALIYAH NUR IFADAH

1104174110



**Universitas
Telkom**

**FAKULTAS TEKNIK
ELEKTROUNIVERSITAS
TELKOM BANDUNG**

2021

	UNIVERSITAS TELKOM	No. Dokumen	
	Jl. Telekomunikasi No. 1 Ters. Buah Batu Bandung 40257	No. Revisi	
	FORMULIR LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	Berlaku efektif	

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH LAMA PENYINARAN WARNA PUTIH LAMPU LED
(Light Emitting Diode) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN
PAKCOY (Brassica Rapa L) DENGAN SISTEM HIDROPONIK
SUMBU DALAM RUANGAN**

***THE INFLUENCE OF LED(Light Emitting Diode) WHITE
EXPOSURE ON THE GROWTH OF PAKCOY (Brassica Rapa L)
PLANT WITH INDOOR WICK HYDROPONIC SYSTEM***

Telah disetujui dan disahkan sebagai Buku Tugas Akhir

Program Studi Teknik Fisika

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Disusun oleh:

ALIYAH NUR IFADAH

1104174110

Bandung, 23 Agustus 2021

Pembimbing I

Pembimbing II



Dra. Endang Rosdiana, M.si

NIP. 17640056

Dr. Rahmat Awaludin Salam, M.Si

NIP. 14890058

	UNIVERSITAS TELKOM	No. Dokumen	
	Jl. Telekomunikasi No. 1 Ters. Buah Batu Bandung 40257	No. Revisi	
	FORMULIR LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	Berlaku efektif	

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Nama : Aliyah Nur Ifadah
 NIM : 1104174110
 Alamat : Jl. KH. Abdul Aziz, Kec.Tempurejo, Kab.Jember, Jawa Timur
 No. Telepon : 089699654050
 Email : nurifadahaliyah@gmail.com

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya orisinal saya sendiri, dengan judul:

PENGARUH LAMA PENYINARAN WARNA PUTIH LAMPU LED (*Light Emitting Diode*) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY (*Brassica Rapa L*) DENGAN SISTEM HIDROPONIK SUMBU DALAM RUANGAN

THE INFLUENCE OF LED(Light Emitting Diode) WHITE EXPOSURE ON THE GROWTH OF PAKCOY (Brassica Rapa L) PLANT WITH INDOOR WICK HYDROPONIC SYSTEM

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidakaslilan karya ini

Bandung, 23 Agustus 2021



Aliyah Nur Ifadah
 NIM.1104174110

ABSTRAK

Berkurangnya lahan pertanian saat ini dan curah hujan yang tidak menentu membuat manusia berfikir untuk menemukan solusi dari permasalahan tersebut. Salah satunya dengan menggunakan sistem pertanian hidroponik sistem sumbu dalam ruang dengan bantuan cahaya buatan dari lampu LED. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola penyinaran yang optimal untuk pertumbuhan tanaman pakcoy. Ada tiga perlakuan pada penelitian ini yaitu: penyinaran selama 6 jam, penyinaran selama 12 jam, dan penyinaran selama 18 jam. Dalam penelitian ini tanaman pakcoy diletakkan pada baki penampung di dalam ruang tertutup yang sudah tersedi lampu LED berwarna putih. Pengamatan dilakukan selama 10 hari dengan proses pengambilan data dilakukan setiap hari. Parameter yang diukur dari penelitian ini adalah intensitas cahaya, tinggi tanaman, dan jumlah daun. Kalibrasi sensor didapatkan rata-rata error suhu 1,6°C dan akurasi sebesar 98%, sensor kelembapan 2,6% dan akurasi sebesar 97%, serta sensor cahaya 1,2 lx dan akurasi sebesar 99%, sehingga alat tersebut layak digunakan. Pada pertumbuhan tanaman didapatkan data bahwa tanaman pakcoy mengalami pertambahan tinggi batang 12,5 cm dengan jumlah daun 10 helai. Sementara pada penelitian luar ruangan memiliki tinggi sebesar 13,2 cm dan jumlah daun sebanyak 11 helai. Larutan nutrisi pada tanaman tersebut memiliki nilai pH dan konduktivitas antara 6,8-7 dan 1050-1400 ppm.

Kata Kunci: *LED, Pakcoy, Penyinaran*

ABSTRACT

The current reduction in agricultural land and erratic rainfall makes people think to find solutions to these problems. One of them is by using a hydroponic farming system with an indoor axis system with the help of artificial light from LED lights. This study aims to determine the optimal irradiation pattern for the growth of pakcoy plants. There were three treatments in this study, namely: irradiation for 6 hours, irradiation for 12 hours, and irradiation for 18 hours. In this study, pakcoy plants were placed in a holding tray in a closed room where white LED lights were available. Observations were carried out for 10 days with the data collection process carried out every day. Parameters measured in this study were light intensity, plant height, and number of leaves. The sensor calibration obtained an average temperature error of 1.6°C and an accuracy of 98%, a humidity sensor of 2.6% and an accuracy of 97%, as well as a light sensor of 1.2 lx and an accuracy of 99%, so the tool is feasible to use. On plant growth, data showed that the pakcoy plant experienced an increase in stem height of 12.5 cm with 10 leaves. While in outdoor research, it has a height of 13.2 cm and the number of leaves is 11 pieces. The nutrient solution in these plants has a pH value and conductivity between 6.8-7 and 1050-1400 ppm.

Keywords: Irradiation, LED, Pakcoy.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan segala puji dan syukur atas selesainya Tugas Akhir yang berjudul “PENGARUH LAMA PENYINARAN WARNA PUTIH LAMPU LED (*Light Emitting Diode*) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY (*Brassica Rapa L*) DENGAN SISTEM HIDROPONIK SUMBU DALAM RUANGAN”. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih jauh dari kata sempurna karena disebabkan oleh keterbatasan dan pengetahuan penulis. Penulisan Tugas Akhir ini dapat selesai dengan bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya khususnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikah segala kemudahan dan kelacaran kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Rudy Hartono dan Ibu Inayah Ulvi Kimawati yang telah memberikan segala do’a dan dukungan agar penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.
3. Ibu Dra. Endang Rosdiana, M.Si dan Bapak Dr. Rahmat Awaludin Salam, M.Si selaku Pembimbing I dan pembimbing II yang telah sangat membantu dan membimbing penulis dalam Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng. Indra Wahyudin Fathona, S.Si, M.Si selaku dosen wali dan juga seluruh dosen Prodi Teknik Fisika yang telah banyak berbagi ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
5. Hasbi Maulana selaku kakak penulis yang telah membantu memberimasukan pada pembuatan rancangan desain.
6. Hannan Nuraeni, Nailisa’adah avicena B, Sukma Afifah, Calica Rosnaomi, Dhika Marlia S, Qonita Faristin, Nurul Izzah L, Fitri Atikah, Rahmat Ikram J, Yulies Nando, dan Allmy Bintang selaku teman yang telah banyak membantu memberikan kritik dan saran.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metode Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Karakteristik Tanaman Pakcoy.....	5
2.2. Intensitas Cahaya.....	6
2.3. Fotosintesis	7
2.4. Hidroponik Sistem Sumbu	10
2.5. Sensor BH1750.....	11
2.6. Sensor DHT11	11
2.7. Arduino UNO	12
2.8. PH Meter	12

2.9. TDS (Tottal Dissolved Solid).....	13
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1. Tahapan Penelitian	14
3.2. Diagram Blok	15
3.3. Spesifikasi Alat.....	16
3.4. Desain Ruang Tanam	20
3.5. Tabel Pengamatan	21
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	23
4.1. Realisasi Alat.....	23
4.2. Kalibrasi Sensor.....	24
4.2.1. Kalibrasi Sensor DHT11	24
4.2.2. Hasil Kalibrasi Sensor Kelembapan DHT11	26
4.2.3. Kalibrasi Sensor BH1750.....	27
4.3. Pengukuran Konduktivitas, pH, dan Suhu Larutan Nutrisi.....	29
4.3.1. Konduktivitas Larutan Nutrisi	29
4.3.2. Suhu Larutan Nutrisi (°C)	31
4.3.3. Pengukuran pH.....	32
4.4. Penyemaian.....	34
4.5. Proses Penanaman	34
4.6. Pengukuran Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Suhu, dan Kelembapan Ruang	35
4.6.1. Tinggi Tanaman Percobaan Pertama	35
4.6.2. Tinggi Tanaman Percobaan Kedua	39
4.6.3. Kelembapan dan Suhu Ruang	40
4.7. Pengamatan Luar	43
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	46

5.1. Simpulan.....	46
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Tanaman Pakcoy.....	5
Gambar 2. 2. Tabel nilai pH dan ppm tanaman pakcoy[3].....	6
Gambar 2. 3. Gelombang Elektromagnetik[22]	7
Gambar 2. 4. proses fotosintesis[23]	7
Gambar 2. 5. spektrum cahaya yang diserap oleh klorofil [22]	9
Gambar 2. 6. tahapan fotosintesis[25]	9
Gambar 2. 7. Hidroponik sistem sumbu[26]	10
Gambar 2. 8. prinsip kerja pada arduino [26].....	12
Gambar 2. 9. Prinsip kerja pH meter[28]	13
Gambar 3. 1. Flowchart alur penelitian	14
Gambar 3. 2. Diagram blok sistem	15
Gambar 3. 3. Lampu LED SMD 5050	16
Gambar 3. 4. Sensor BH1750 [29]	16
Gambar 3. 5. Stop kontak timer analog	18
Gambar 3. 6. Dimmer LED strip	18
Gambar 3. 7. Modul sensor DHT11[15].....	18
Gambar 3. 8. Arduino UNO [16].....	19
Gambar 3. 9. LCD (Liquid Crystal Display [32].....	20
Gambar 3. 10. Ruang Penyinaran.....	21
Gambar 3. 11. Bagian Ruang Penyinaran.....	21
Gambar 4. 1. Realisasi sistem ruang tanam hidroponik sistem sumbu	23
Gambar 4. 2. Peralatan kalibrasi sensor	24
Gambar 4. 3. Proses kalibrasi sensor DHT11.....	24
Gambar 4. 4. Grafik kalibrasi sensor DHT11.....	26
Gambar 4. 5. Grafik sensor kelembapan DHT11 terhadap kalibrator.....	27
Gambar 4. 6. Proses kalibrasi sensor BH1750	27
Gambar 4. 7. Grafik hasil kalibrasi sensor BH1750.....	29
Gambar 4. 8. Grafik pengukuran konduktivitas larutan	30
Gambar 4. 9. Grafik pH Larutan Nutrisi	31
Gambar 4. 10. Grafik pengukuran suhu larutan nutrisi (°C)	32

Gambar 4. 11. Grafik pengukuran nilai pH.....	33
Gambar 4. 12. Tanaman pakcoy dalam ruang.....	35
Gambar 4. 13. Grafik tinggi tanaman percobaan pertama.....	37
Gambar 4. 14. Grafik jumlah daun percobaan pertama.....	38
Gambar 4. 15. Grafik tinggi tanaman pakcoy	39
Gambar 4. 16. Grafik pengukuran kelembapan ruang (%)......	42
Gambar 4. 17. Grafik pengukuran suhu ruang (°C)	42
Gambar 4. 18. Grafik tinggi tanaman terhadap waktu	43
Gambar 4. 19. Grafik jumlah daun	44
Gambar 4. 20. Grafik konduktivitas larutan nutrisi terhadap waktu	44
Gambar 4. 21. Grafik pH larutan nutrisi.....	45
Gambar 4. 22. Grafik suhu larutan terhadap waktu.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Datasheet modul sensor BH1750	17
Tabel 3. 2. Datasheet modul sensor DHT11	19
Tabel 3. 3. Datasheet LCD	20
Tabel 3. 4. Tabel Pengamatan	22
Tabel 4. 1. Hasil kalibrasi sensor suhu DHT11	25
Tabel 4. 2. Hasil Kalibrasi sensor kelembapan DHT11	26
Tabel 4. 3. Hasil Kalibrasi sensor BH1750	28
Tabel 4. 4. Hasil pengukuran Konduktivitas larutan nutrisi (ppm)	30
Tabel 4. 5. Data pH Larutan Nutrisi	31
Tabel 4. 6. pengukuran suhu larutan nutrisi (°C)	32
Tabel 4. 7. Hasil pengukuran nilai pH	33
Tabel 4. 8. Perlakuan pada penelitian	35
Tabel 4. 9. Tinggi tanaman percobaan pertama	36
Tabel 4. 10. Jumlah daun	37
Tabel 4. 11. Pengukuran Tinggi tanaman percobaan kedua	39
Tabel 4. 12. Pengukuran Jumlah daun	40
Tabel 4. 13. Hasil pengukuran kelembapan dan suhu ruang	41
Tabel 4. 14. Hasil Pengamatan Luar	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pakcoy merupakan tanaman sayuran jenis sawi-sawian yang memiliki waktu panen singkat dan daya adaptasi luas. Pada tanaman pakcoy terdapat kandungan gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Tanaman pakcoy memiliki kandungan betakaroten yang tinggi. Kandungan betakaroten pada pakcoy dapat mencegah penyakit katarak. Tanaman pakcoy juga mengandung banyak gizi diantaranya protein, sodium, vitamin A, dan C[1].

Meningkatnya populasi manusia menyebabkan terjadinya pengurangan lahan untuk bercocok tanam karena, banyak lahan pertanian yang beralih fungsi menjadi pemukiman dan fasilitas publik. Selain itu hasil pertanian banyak yang mengalami penurunan yang disebabkan oleh pencemaran, kualitas lahan pertanian yang buruk, dan faktor lain yang menyebabkan hasil pertanian semakin menurun.

Kondisi iklim yang tidak menentu seperti curah hujan yang tinggi merupakan salah satu kendala umum bagi petani konvensional di Indonesia[2]. Hal ini menyebabkan tanaman tidak mengalami proses fotosintesis secara sempurna karena tidak cukup mendapatkan cahaya matahari. Cahaya matahari adalah sumber energi utama bagi kehidupan seluruh makhluk hidup, terutama bagi tumbuhan berklorofil, karena cahaya matahari sangat berperan penting dalam proses fotosintesis.

Hal inilah yang memicu manusia untuk menggunakan kreatifitasnya untuk menciptakan sebuah sistem yang dapat mempermudah penanaman. Salah satunya dengan menggunakan sistem hidroponik sumbu ruang tertutup. Dengan pertanian sistem hidroponik sumbu ruang tertutup ini kendala lahan, pencemaran, dan kualitas lahan pertanian yang buruk dapat diminimalisir, tetapi pada pertanian ruang tertutup ini terdapat kendala yaitu pada penyinaran oleh cahaya matahari. Sehingga salah satu solusi dari kendala tersebut adalah dengan menggunakan sumber cahaya buatan yang dapat membantu proses pertumbuhan tanaman.

Penelitian tentang penyinaran pada tanaman pakchoi sudah banyak

dilakukan. Dari penelitian-penelitian sebelumnya, penyinaran dilakukan untuk menentukan pertumbuhan tanaman pakchoi yang optimal. Hasil pengamatan dari beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tanaman pakcoy masih mengalami etiolasi sehingga dapat disimpulkan bahwa daya lampu masih belum sesuai. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai daya lampuyang cocok agar tanaman dapat tumbuh secara optimal. Dan juga menyarankan agar memvariasikan waktu yang berbeda.

Daya lampu mempengaruhi intensitas cahaya karena semakin besar daya yang digunakan maka semakin besar pula intensitas cahaya dari sebuah lampu. Pemilihan daya lampu untuk tanaman juga sangat penting. Daya lampu yang besar akan mengeluarkan panas atau cahaya yang tinggi dan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanaman yang menerima cahaya berlebih akan mengakibatkan berkurangnya jumlah klorofil dan hasil fotosintesis akan rendah, hal yang sama juga terjadi apabila tanaman kekurangan cahaya lampu. Berdasarkan penelitian sebelumnya dimana penambahan cahaya buatan dapat mempercepat proses fotosintesis sehingga tanaman lebih cepat tumbuh. Pada penelitian ini akan dibandingkan bagaimana pengaruh penambahan cahaya buatan dengan daya lampu LED yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy, dengan memvariasikan penyinaran sesuai dengan tanaman yang tumbuh dengan cahaya matahari. Dengan mengatur intensitas cahaya agar membentuk pola pagi, siang, sore dan malam hari sesuai dengan lamanya waktu penyinaran yang berbeda. Rata-rata intensitas cahaya matahari pada pagi hari sebesar 9684 lux, siang hari sebesar 42013 lux dan sore hari sebesar 10084 lux[2].

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penelitian kali ini penulis menentukan beberapa rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh perbedaan variasi intensitas cahaya terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy dengan sistem hidroponik sumbu pada ruang tertutup ?
2. Bagaimana pengaruh variasi lama penyinaran selama 6 jam, 12 jam, dan 18 jam terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy dengan sistem hidroponik sumbu pada ruang tertutup ?

1.3. Tujuan dan Manfaat

1. Mengetahui pengaruh perbedaan variasi intensitas cahaya terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy dengan sistem hidroponik sumbu pada ruang tertutup.
2. Mengetahui pengaruh variasi lama penyinaran selama 6 jam, 12 jam, dan 18jam terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy dengan sistem hidroponikpada ruang tertutup.

1.4. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Tanaman sayur yang digunakan adalah Pakcoy (*Brassica rapa* L).
2. Faktor yang diamati berupa pengaruh intensitas cahaya terhadap tanaman.
3. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman dan jumlah daun.
4. Lampu yang digunakan merupakan lampu LED berwarna putih.
5. Media tanam yang digunakan adalah hidroponik sistem sumbu.
6. Pengamatan dilakukan selama ± 10 hari di dalam ruang setelah proses penyemaian.
7. Variabel terikat tinggi tanaman dan jumlah daun.
8. Variabel tetap cahaya redup, terang, sangat terang, dan gelap.
9. Nilai konduktivitas larutan nutrisi diatur sesuai rentang 1050-1400 ppm.
10. Suhu larutan nutrisi harus 25°C-30°C.
11. Lampu LED yang digunakan jenis LED strip.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan oleh penulis pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Mempelajari berbagai sumber literatur mengenai pengaruh penggunaan cahaya buatan sebagai pengganti cahaya matahari pada pertumbuhan tanaman Pakcoy.

2. Perancangan Sistem

Merancang sebuah sistem ruang pencahayaan yang akan digunakan sebagai

tempat pengamatan pertumbuhan tanaman pakcoy yang terdiri dari sistem pencahayaan dan komponen pendukung lainnya.

3. Penyemaian Tanaman Pakchoi

Proses penyemaian tanaman pakcoy dilakukan oleh petani di Restumi selama ± 14 hari.

4. Pemeliharaan Pakcoy

Bibit Pakcoy yang telah disemai menggunakan media hidroponik sistem sumbu ruang terbuka, kemudian tanaman pakcoy di letakkan pada sistem yang telah dibuat selama ± 10 hari, untuk kemudian disinari menggunakan cahaya buatan. Pada awal tanaman diletakkan dalam ruang akan dilakukan pengukuran suhu, kadar pH, dan juga kepekatan larutan nutrisi.

5. Pengambilan Data dan Analisis Data

Dilakukan selama ± 10 hari dari penanaman bibit, pengambilan data dilakukan setiap hari sebanyak satu kali, kemudian data dianalisis dengan membandingkan data pada perlakuan lainnya.

6. Penyusunan Buku Tugas Akhir

Dari semua hasil metode yang telah dilakukan selanjutnya akan ditulis dalam bentuk laporan Tugas Akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Tanaman Pakcoy

Pakcoy merupakan tanaman jenis sayur-sayuran yang termasuk dalam family Brassi cacecae. Tumbuhan pakcoy masih memiliki kerabat dekat dengan sawi, jadi pakcoy dan sawi merupakan satu genus, hanya varietasnya saja yang berbeda [1].



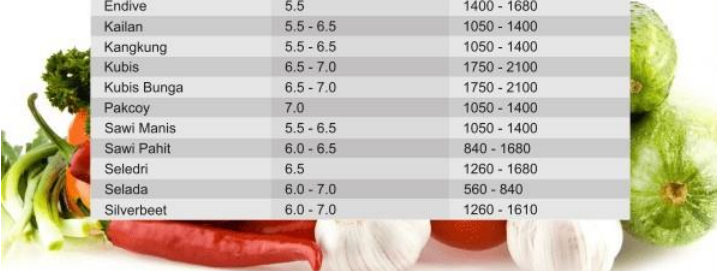
Gambar 2. 1. Tanaman Pakcoy

Pakcoy memiliki batang sangat pendek dan beruas yang berfungsi sebagai pembentuk dan penopang daun. Daun tanaman pakcoy bertekstur halus dan tidak berbulu. Daunnya mirip dengan jenis sawi hijau namun, lebih tebal dan lebih kokoh [2]. Pakcoy dapat dipanen setelah berumur 40-60 hari apabila ditanam dari benih atau 25-30 hari jika ditanam dari bibit. Tanaman pakchoi dapat tumbuh di dataran rendah hingga dataran tinggi dengan ketinggian 5-1.200 m di atas permukaan laut (dpl). Pertumbuhan pakchoi yang baik berada pada daerah dengan iklim curah hujan lebih dari 200 mm/ bulan, serta penyinaran matahari antara 10- 13 jam. Kualitas tanah yang cocok untuk pertumbuhan tanaman pakchoi yaitu jenis tanah gembur yang banyak mengandung humus, subur, serta memiliki sistem drainase yang baik karena tanaman sawi pakchoi tidak menyukai genangan [1]. Selain itu tanaman pakcoy memiliki kriteria larutan nutrisi dengan nilai seperti pada tabel dibawah ini:




Tabel pH dan PPM untuk Sayuran Daun

Nama Sayuran	pH	PPM
Artichoke	6.5 - 7.5	560 - 1260
Asparagus	6.0 - 6.8	980 - 1200
Bawang Pre	6.5 - 7.0	980 - 1260
Bayam	6.0 - 7.0	1260 - 1610
Brokoli	6.0 - 6.8	1960 - 2450
Brussell Kecambah	6.5	1750 - 2100
Endive	5.5	1400 - 1680
Kailan	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Kangkung	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Kubis	6.5 - 7.0	1750 - 2100
Kubis Bunga	6.5 - 7.0	1750 - 2100
Pakcoy	7.0	1050 - 1400
Sawi Manis	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Sawi Pahit	6.0 - 6.5	840 - 1680
Seledri	6.5	1260 - 1680
Selada	6.0 - 7.0	560 - 840
Silverbeet	6.0 - 7.0	1260 - 1610

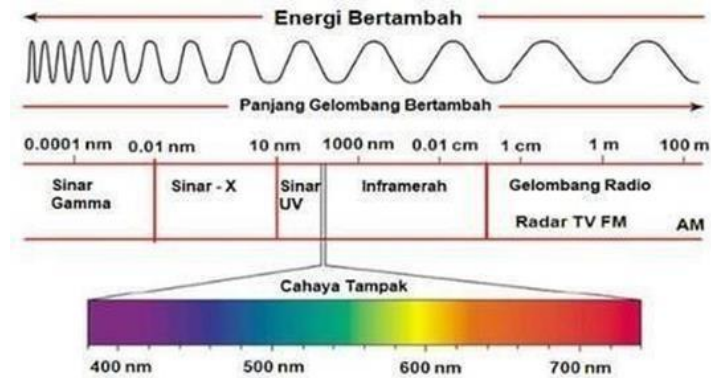


Gambar 2. 2. Tabel nilai pH dan ppm tanaman pakcoy[3]

2.2. Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan suatu bentuk energi yang dilepaskan oleh sebuah atom. Cahaya dihasilkan dari banyak partikel-partikel kecil yang mempunyai energi dan momentum yang disebut photon [4]. Cahaya merupakan sebuah energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Cahaya memiliki panjang gelombang 380- 750nm. Sama seperti gelombang elektromagnetik, cahaya tidak membutuhkan medium untuk merambat karena, cahaya dapat melintasi ruang hampa. Cahaya merupakan salah satu faktor penting dalam proses fotosintesis. Unsur-unsur warna cahaya berasal dari cahaya putih yang diuraikan. Panjang gelombang cahaya berbeda untuk setiap warna. Arah getar cahaya bergerak tegak lurus terhadap arah rambatnya.

Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang membawa muatan energi listrik dan magnet tanpa menggunakan media rambat. Karena hal tersebut gelombang elektromagnetik dapat disebut sebagai radiasi elektromagnetik.



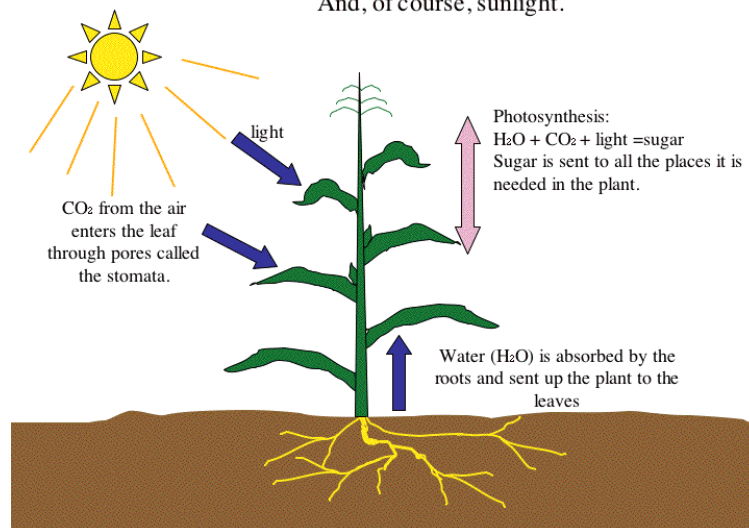
Gambar 2. 3. Gelombang Elektromagnetik[22]

Energi cahaya yang digunakan tumbuhan untuk fotosintesis hanya sebesar 0,5 sampai 2% dari jumlah energi cahaya yang tersedia. Energi yang diberikan cahaya bergantung pada kualitas panjang gelombang, intensitas dan waktu [5].

2.3. Fotosintesis

Fotosintesis adalah suatu proses biokimia yang dilakukan tumbuhan untuk memproduksi energi terpakai (nutrisi) dengan memanfaatkan energi cahaya matahari. Proses fotosintesis dihasilkan melalui reaksi sebagai berikut :

And, of course, sunlight.



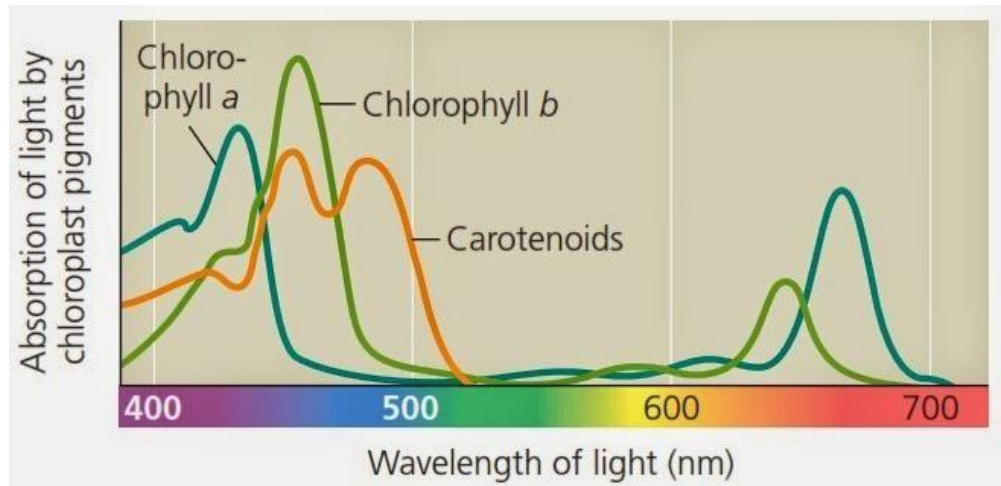
Gambar 2. 4. proses fotosintesis[23]

Gambar 2.4 merupakan proses fotosintesis pada tumbuhan. Tumbuhan menyerap energi cahaya, karbon dioksida, dan air untuk menghasilkan gula dan oksigen yang dibutuhkan sebagai makanannya [6]. Oksigen dan uap air keluar dari daun melalui stomata. Air yang keluar dari daun merupakan proses

transpirasi. Karbon dioksida masuk melalui stomata. Air diserap melalui akar dan dibawa ke seluruh bagian tumbuhan dan dapat sampai menuju daun melalui pembuluh xilem. Akar tanaman menggantikan air yang hilang selama transpirasi. Cahaya yang datang ke arah daun tumbuhan tersebut ditangkap oleh klorofil.

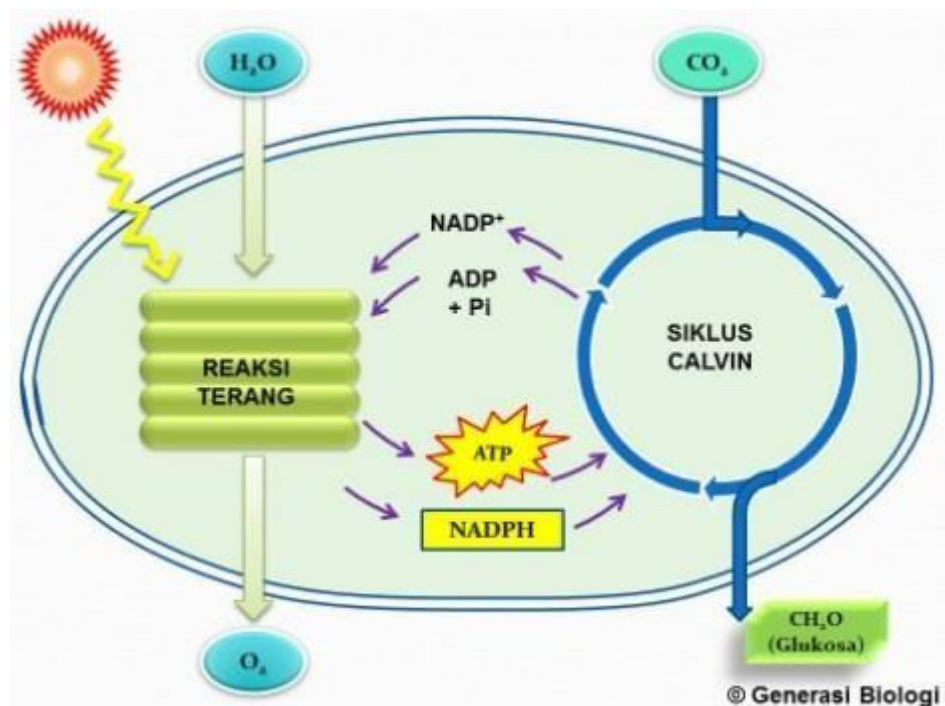
Pada proses fotosintesis cahaya berperan sebagai pengendali reaksi, dan diserap pertama kali. Artinya harus ada pigmen yang menyerap cahaya. Pigmen akan menyerap secara selektif pada panjang gelombang tertentu dan kemudian disebarkan. Cahaya yang disebarkan tadi akan menjadi warna karakteristik dari pigmen tersebut. Misalnya warna hijau berasal dari klorofil. Klorofil berwarna hijau karena menyerap cahaya biru dan merah yang merupakan batas ujung dari warna spektrum, dan akan menapakkan cahaya hijau dari tengah spektrum tersebut untuk disebarkan atau dipantulkan.

Setiap molekul yang menyerap cahaya memiliki karakteristik absorpsi spektrum yang berbeda. Misalnya ada empat jenis klorofil yang berbeda, yang ditandai dengan huruf a, b, c dan d. Meskipun absorpsi spektrum dari keempatnya mirip dan semuanya digambarkan sebagai hijau, namun panjang gelombang yang tepat pada puncak absorpsi akan berbeda satu sama lain[7]. Pertumbuhan tanaman pakcoy dipengaruhi oleh spektrum cahaya, spektrum cahaya yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman pakcoy yaitu cahaya berwarna putih karena mengandung cahaya tampak yang lengkap. Panjang gelombang lampu LED putih dalam kisaran cahaya tampak adalah 400-700 nm dengan panjang gelombang puncak pada 448,2nm dan 555,7 nm [8].



Gambar 2. 5. spektrum cahaya yang diserap oleh klorofil [22]

Proses fotosintesis terbagi menjadi dua tahapan yaitu:



Gambar 2. 6. tahapan fotosintesis[25]

1. Reaksi Terang

Reaksi terang merupakan proses untuk menghasilkan ATP dan reduksi NADPH₂. Reaksi ini memerlukan molekul air. Proses diawali dengan penangkapan foton oleh pigmen. Reaksi terang tergantung pada sinar matahari. Reaksi terang terjadi di membran tilakoid kloroplas. Klorofil adalah pigmen yang terlibat dalam reaksi terang. fotolisis terjadi pada PS II selama

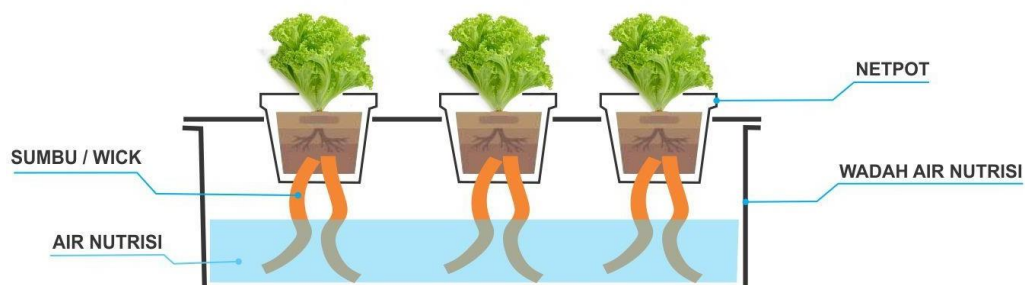
reaksi terang. Oksigen terbebaskan selama reaksi terang[9].

2. Reaksi Gelap

ATP dan NADPH yang dihasilkan dalam reaksi terang memicu berbagai proses biokimia. Pada proses biokimia terjadi siklus Calvin yang mengikat karbondioksida untuk membentuk ribulosa dan kemudian menjadi gula seperti glukosa. Reaksi gelap terjadi di stroma kloroplas. Tidak ada pigmen yang terlibat dalam reaksi gelap. Tidak ada fotolisis yang terjadi selama reaksi gelap. Karbon dioksida ditetapkan selama reaksi gelap.

2.4. Hidroponik Sistem Sumbu

Pada prinsipnya sistem sumbu ini merupakan hidroponik sederhana, dimana sistem sumbu ini hanya membutuhkan sebuah sumbu yang akan menghubungkan antara larutan nutrisi pada wadah penampung dengan media tanam[10]. Larutan nutrisi tersebut ditarik melalui sumbu sehingga air dan nutrisi akan mencapai akar tanaman dengan memanfaatkan daya kapilaritas pada sumbu. Sumbu sendiri menggunakan bahan yang mudah menyerap air seperti kain flannel seperti gambar berikut ini:



Gambar 2. 7. Hidroponik sistem sumbu[26]

Penggunaan hidroponik sistem sumbu ini memiliki kelebihan karena tidak membutuhkan pompa, menggunakan peralatan yang murah, perawatannya mudah, tanaman mendapat suplai air dan nutrisi secara terus-menerus dan tidak tergantung aliran listrik. Sehingga penggunaanya lebih hemat dan ramah lingkungan[10]. Penggunaan sistem hidroponik dapat mempercepat waktu panen. Jika dengan sistem konvensional tanaman pakchoi dapat dipanen selama ± 45 hari, sedangkan dengan hidroponik hanya membutuhkan waktu selama 4 minggu saja[11].

2.5. Sensor BH1750

Sensor cahaya merupakan komponen elektronika yang dapat merubah besaran fisis, menjadi besaran elektrik. Pada penelitian ini sensor yang digunakan yaitu jenis sensor cahaya BH1750. Sensor ini bekerja berdasarkan jumlah intensitas cahaya yang diterima oleh sensor kemudian menghasilkan nilai keluaran sensor berupa nilai intensitas dalam satuan lux. Pada penelitian ini, sensor cahaya difungsikan sebagai sensor pengukur intensitas dari LED putih sebagai sumber cahaya utama untuk menghasilkan intensitas cahaya untuk pertumbuhan tanaman pakcoy dalam satuan (lx)[12].

2.6. Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan module sensor yang berfungsi untuk mengukur objek berupa suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog dan dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler[13]. Dalam sensor DHT11 terdapat dua bagian yaitu sebuah kapasitif sensor untuk mengukur kelembaban dan termistor untuk mengukur suhu, serta terdapat chip untuk merubah tegangan analog menjadi sinyal data digital yang dapat dengan mudah di baca oleh mikrokontroler[14].

Sensor DHT11 mengukur kelembaban dengan cara mendeteksi uap air dengan mengukur resistansi listrik antar dua elektroda. Komponen pendeteksi kelembaban yang digunakan berupa substrat penahan kelembaban dengan elektroda. Ketika uap air diserap oleh substrat ion akan dilepaskan oleh substrat sehingga akan menyebabkan peningkatan terhadap konduktivitas antar elektroda. Perubahan resistansi antar kedua elektroda akan sebanding dengan kelembaban relatif. Apabila kelembaban relative tinggi akan mengurangi resistansi antar elektroda sedangkan jika kelembaban relatif rendah maka akan meningkatkan resistansi antar elektroda[15].

Sedangkan untuk mengukur dengan cara menggunakan sensor thermistor yang terdapat dipermukaan. Thermistor merupakan sebuah resistor yang resistansinya berubah terhadap suhu. Dalam DHT11 terdapat resistor dengan tipe NTC (Negative Temperature Coefficient) dimana nilai resistansinya berbanding terbalik dengan kenaikan suhu. Apabila suhu meningkat maka nilai resistivitasnya menurun[15].

2.7. Arduino UNO



Gambar 2. 8. prinsip kerja pada arduino [26]

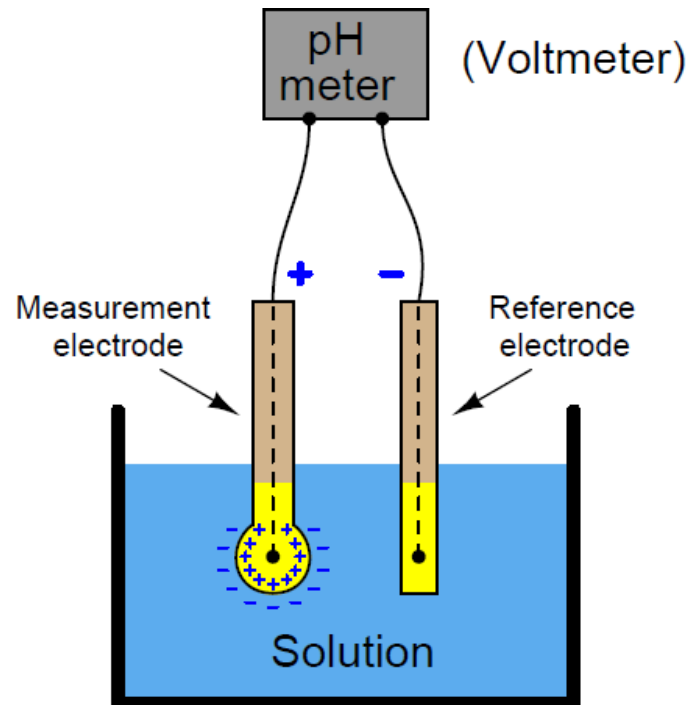
Arduino merupakan papan mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328p. Mikrokontroler ATmega328P pada Arduino yang memiliki beberapa fitur yaitu CPU yang berfungsi untuk menjalankan instruksi program, flash memory yang berfungsi untuk menyimpan sketch dengan kapasitas 32K bytes, EEPROM berfungsi untuk menyimpan data dalam jangka yang lama dan bersifat non- volatile dengan kapasitas 1K bytes, SRAM berfungsi untuk menyimpan data sementara dan bersifat volatile dengan kapasitas 2K bytes [16].

Prinsip kerja Arduino UNO pertama melakukan pembacaan data yang diberikan oleh komponen input pada Arduino[27]. Kedua data yang didapatkan akan dikirimkan pada pin input Arduino. Ketiga data akan masuk ke inti Arduino yaitu Mikrokontroler untuk dilakukan pengolahan data, data yang diproses berdasarkan kode yang diberikan. Keempat data akan dikirimkan ke pin output Arduino. Arduino memiliki 14 pin yang dapat berfungsi sebagai pin input maupun output. Terakhir data akan diteruskan pada komponen output berupa LCD, Buzzer, Lampu LED, dll.

2.8. PH Meter

pH (*potential hydrogen*) merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau tingkat kebasaan yang dimiliki suatu larutan. Total skala pH berkisar diantara rentang 1 sampai 14, dengan 7 dianggap netral. Sebuah pH jika kurang dari 7 dikatakan asam dan larutan dengan pH lebih dari 7 basa[17]. Pada prinsipnya pengukuran suatu pH berdasarkan pada potensial elektrokimia yang terjadi pada larutan yang didalamnya terdapat elektroda glass (membrane glass) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda glass yang tidak diketahui. Hal

ini di sebabkan karena lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektro kimiadari ion hidrogen.



Gambar 2. 9. Prinsip kerja pH meter[28]

2.9. TDS (Tottal Dissolved Solid)

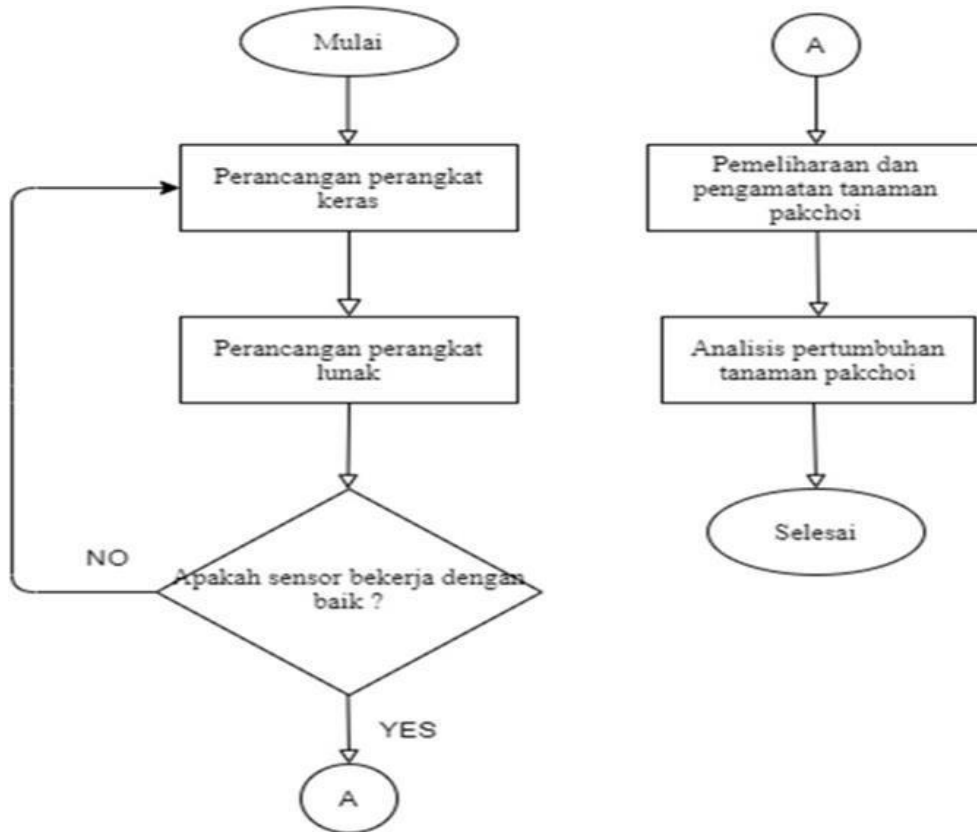
TDS (*total dissolved solid*) adalah jumlah zat padat terlarut baik berupa ion-ion organik, senyawa, maupun koloid didalam air. Konsentrasi TDS yang terionisasi dalam suatu zat cair mempengaruhi konduktivitas listrik dalam zat cair tersebut. Semakin tinggi tingkat konsentrasi TDS yang terionisasi dalam air, makin besar pula konduktivitas listrik larutan tersebut. Sementara konsentrasi TDS juga dipengaruhi oleh temperature[18]. Sensor TDS menggunakan prinsip kerja dua elektroda yang terpisah untuk mengukur nilai konduktivitas listrik dari larutan sampel[19]. Sifat elektrolit atau kandungan partikel ion dari suatu larutan akan mempengaruhi hasil pengukuran konduktivitas listrik pada sensor TDS.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Alur penelitian pada Tugas Akhir ini dapat dilihat pada gambar 3.1



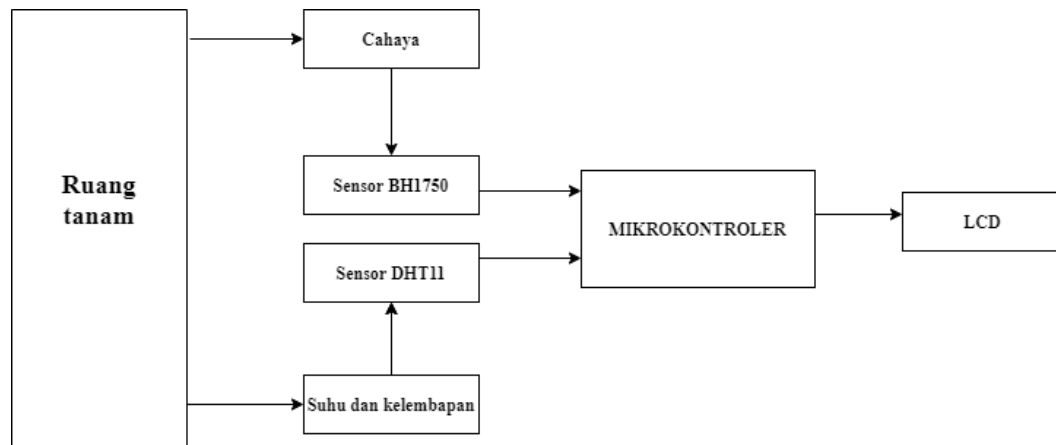
Gambar 3. 1. Flowchart alur penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dengan perancangan perangkat keras yang diawali dengan pembuatan ruang penyinaran dan perancangan sensor. Setelah proses perancangan perangkat keras dilakukan, selanjutnya melakukan perancangan perangkat lunak menggunakan aplikasi Arduino IDE. Kemudian akan mengkalibrasi sensor yang telah dibuat dengan cara membandingkan nilai keluaran dari sensor dengan alat lux meter. Apabila nilai dari sensor jauh dari nilai lux meter, maka akan mengulang proses pada perangkat keras untuk memperbaiki sensor. Namun, apabila berhasil maka akan lanjut ke proses penanaman dan pemeliharaan tanaman pakchoi, dimana tanaman diletakkan pada ruang penyinaran selama ± 10 hari. Selama proses ini juga dilakukan pengamatan setiap hari untuk memperoleh data. Yang terakhir

adalah proses menganalisis pertumbuhan tanaman pakchoi yang akan dituangkan dalam bentuk tabel.

3.2. Diagram Blok

Diagram blok dibuat untuk mengetahui alur kerja dari suatu sistem yang akan dirancang. Adapun diagram blok yang digunakan pada penelitian ini adalah:



Gambar 3. 2. Diagram blok sistem

Diagram blok ini menjelaskan alur kerja dari sistem yang dirancang. Sistem dimulai saat diberi input arus listrik menuju dimmer. Dimmer dihubungkan dengan lampu LED dan digunakan sebagai pengontrol intensitas cahaya yang diberikan pada tanaman pakcoy. Selanjutnya lampu tersebut akan menyinari tanaman sesuai dengan intensitas yang diberikan. Terakhir pengukuran dilakukan secara manual oleh peneliti dengan meletakkan sensor BH1750, sensor suhu dan kelembapan, TDS dan juga pH meter pada ruangan penyiangan untuk mendapatkan data variabel terikat berupa tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman pakcoy, dan variabel tetap berupa intensitas cahaya, suhu larutan, pH larutan, dan nilai konduktivitas larutan yang diukur menggunakan TDS.

3.3. Spesifikasi Alat

Adapun komponen penyusun alat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

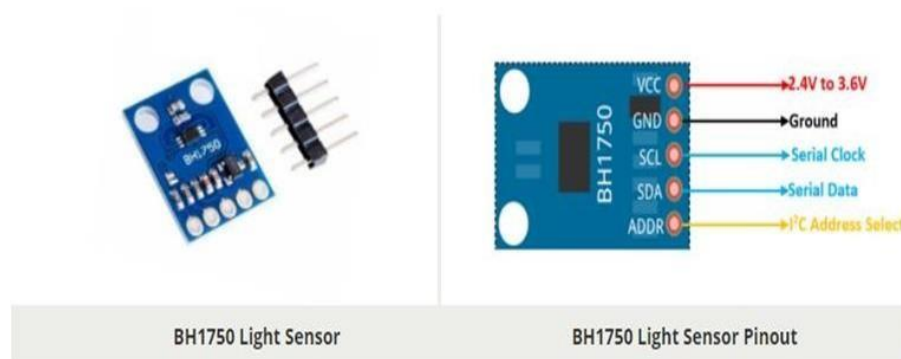
1. Lampu LED SMD 5050

Lampu LED SMD 5050 Putih adalah salah satu jenis LED yang memiliki input tegangan DC sebesar 12V terdapat 6 mata, setiap matanya 0,24 watt dengan fitur waterproof, sehingga sangat cocok untuk tanaman hidroponik. Led ini mengeluarkan lampu berwarna putih monokromatik. Lampu LED jenis ini paling banyak digunakan[20].



Gambar 3. 3. Lampu LED SMD 5050

2. Sensor BH1750



Gambar 3. 4. Sensor BH1750 [29]

Modul sensor intensitas cahaya BH1750 merupakan sensor cahaya digital yang memiliki keluaran sinyal digital. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan

lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan jenis sensor cahaya lainnya. Sensor cahaya BH1750 melakukan pengukuran dengan keluaran lux (lx)[12]. Komponen utama dari sensor ini adalah IC BH1750FVI. Nilai lux dari BH1750 diperoleh melalui bus I2C. ADC pada IC mengubah iluminasi analog menjadi nilai lux digital. Kemudian data ini ditransfer ke mikrokontroler dengan bantuan pin I2C SCL dan SDA. SCL digunakan sebagai penyedia pulsa clock dan SDA digunakan untuk mentransfer nilai lux. Sehingga tidak diperlukan kalkulasi untuk mengukur nilai lux karena sensor langsung memberikan keluaran nilai lux.

Tabel 3. 1. Datasheet modul sensor BH1750

Keterangan	Spesifikasi
Supply tegangan	2,4V - 3,6V
Konsumsi arus	0,12 mA
Rentang pengukuran	1-65535 lx
Resistor	4,7K
Komunikasi	I2C bus
Akurasi	±20%

3. Stop Kontak Timer Analog

Stop kontak timer analog berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan arus listrik secara otomatis. Stop kontak timer ini memiliki spesifikasi *min setting time* selama 15 menit. Dengan pengaturan waktu 24 jam, kelebihan beban sebesar 16A atau 3600 Watt, dan tegangan sebesar 230V/2400Va 50Hz. Dengan menggunakan stop kontak timer analog ini dapat menghemat penggunaan listrik, karena tidak terjadi lagi penggunaan listrik secara berlebihan.



Gambar 3. 5. Stop kontak timer analog

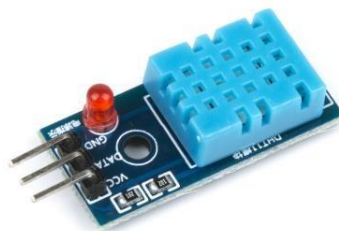
4. Dimmer

Dimmer berguna untuk menurunkan daya (watt) yang mengakibatkan lampubisa redup[21]. Dimmer memiliki output tegangan sebesar 5-12 V.



Gambar 3. 6. Dimmer LED strip

5. Modul Sensor DHT11



Gambar 3. 7. Modul sensor DHT11[15]

Sensor DHT11 merupakan salah satu sensor yang bisa mengukur dua parameter sekaligus yaitu suhu dan kelembapan[15]. Pada sensor ini terdapat thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu. Pengaturan sistem pada sensor ini dilakukan dengan

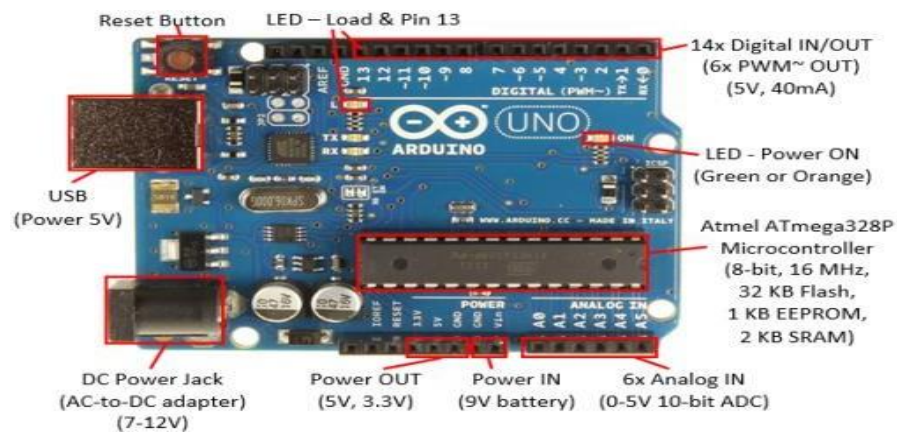
menggunakan Arduino UNO, kemudian hasil pengukuran akan ditampilkan pada LCD.

Tabel 3. 2. Datasheet modul sensor DHT11

Tegangan Operasi	3,5V – 5,5V
Arus Operasi	0,3mA(measuring) 60 μ A(standby)
Output	Serial data
Rentang temperatur	0°C - 50°C
Rentang kelembapan	20% - 90%
Resolusi	16-bit
Akurasi	$\pm 1^\circ\text{C}$ dan $\pm 1\%$

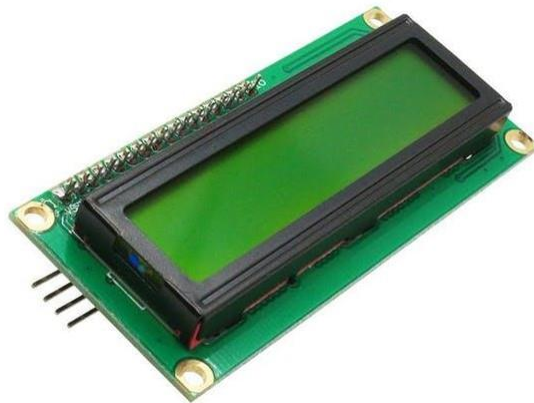
6. Arduino UNO

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler berbasis IC ATmega328p. Arduino Uno memiliki semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler. Diantaranya memiliki 14 pin input atau output digital dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM antara lain pin 0 sampai 13), 6 pin input analog, menggunakan crystal 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset[16].



Gambar 3. 8. Arduino UNO [16]

7. LCD (*Liquid Crystal Displai*)



Gambar 3. 9. LCD (Liquid Crystal Display [32])

Pada penelitian ini LCD digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran dari sensor DHT11 dan juga BH1750 yang masing-masing dibaca oleh sensor yang terhubung dengan sistem. Berikut spesifikasi dari LCD I2C:

Tabel 3. 3. Datasheet LCD

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan	5v
Jumlah pin	4 buah (vcc, gnd, sda, dan scl)
Ukuran LCD	20x4 I2C
Ukuran module I2C	80 mmx35 mmx11 mm

3.4. Desain Ruang Tanam

Proses perancangan ruang penyinaran diawali dengan membuat desain menggunakan perangkat lunak berupa software solidworks. Kemudian melakukan perancangan perangkat keras, dengan membuat ruang penyinaran menggunakan triplek. Ruang tersebut berukuran 40x40x40 cm. perancangan perangkat lunak diawali dengan pencodingan menggunakan aplikasi Arduino IDE. Setelah sensor berhasil, kemudian meletakkan lampu pada pada ruang penyinaran.

Pada penelitian ini tanaman pakchoi diletakkan dalam ruang penyinaran setelah dilakukan proses penyemaian. Ruang penyinaran terdiri dari 3 buah ruang yang

setiap chambernya memiliki perlakuan berbeda. Ruang pertama untuk penyinaran selama 6 jam. Ruang kedua penyinaran selama 12 jam. Ruang ketiga penyinaran dilakukan selama 18 jam. Intensitas yang diberikan pada setiap chamber akan berubah mengikuti intensitas tanaman yang memperoleh intensitas cahaya dari matahari. Dengan perlakuan pemberian intensitas cahaya seperti pagi hari, siang hari, sore hari, dan malam (keadaan benar-benar gelap). Dimmer digunakan untuk menurunkan dan menaikkan daya lampu untuk menyesuaikan penyinaran yang diberikan pada tanaman pakchoi. Untuk mengetahui intensitas cahaya, sensor tersebut akan diletakkan diantara tanaman, dibawah lampu. Lampu yang digunakan memiliki daya sebesar 12 Watt. Media tanaman berbahan plastik berukuran 35x15x20 cm. Media tanam tersebut tersiri dari baki, *impraboard*, dan netpot.



Gambar 3. 10. Ruang Penyinaran



Gambar 3. 11. Bagian Ruang Penyinaran

3.5. Tabel Pengamatan

Tabel pengamatan berisikan data hasil pengukuran tinggi tanaman (cm), dan jumlah daun (helai) dari pertumbuhan tanaman pakcoy. Adapun tabel pengamatan sebagai berikut:

Tabel 3. 4. Tabel Pengamatan

Hari ke-	Tinggi Tanaman(cm)			Jumlah Daun(helai)		
	ruang	ruang	ruang	ruang	ruang	ruang
	1	2	3	1	2	3
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

4.1. Realisasi Alat

Penelitian ini diawali dengan merancang desain dari perangkat keras dan juga perangkat lunak. Perancangan perangkat keras dilakukan dengan membuat ruang penyiangan lalu memasang komponen yang dibutuhkan seperti lampu, dimmer, kipas, dll. Kemudian melakukan pencodingan untuk perangkat lunak seperti sensor. Setelah itu melakukan proses kalibrasi dan pengambilan data kalibrasi. Ketika semua peralatan sudah siap digunakan selanjutnya proses penanaman dan pengambilan data.



Gambar 4. 1. Realisasi sistem ruang tanam hidroponik sistem sumbu

Berdasarkan gambar 4.1 terdapat kotak berupa ruang penyiangan berukuran 40x40x40 cm yang terbuat dari material triplek. Dalam kotak tersebut terdiri dari lampu LED strip smd 5050, dan tanaman hidroponik. Lampu tersebut dihubungkan dengan dimmer, adaptor 12 V dan juga stop kontak timer analog . Dimmer tersebut sebagai pengontrol intensitas cahaya pada lampu LED. Stop kontak timer analog sebagai pengontrol waktu agar lampu dalam kondisi off sesuai waktu yang ditentukan.

4.2. Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor merupakan suatu proses pengecekan tingkat keakurasian sebuah alat ukur dengan cara membandingkan dengan standar. Kalibrasi dibutuhkan untuk memastikan alat ukur konsisten dengan instrumen pembandignya. Pada penelitian ini alat yang dikalibrasi berupa sensor BH1750 dan sensor DHT11. Sedangkan untuk kalibrator yang digunakan yaitu Light meter HS1010 dan Hygrometer HTC-1. Berikut gambar peralatan yang digunakan dalam proses kalibrasi kalibrasi:



Gambar 4. 2. Peralatan kalibrasi sensor

4.2.1. Kalibrasi Sensor DHT11

Kalibrasi sensor DHT11 diawali dengan menghubungkan Arduino UNO R3 dengan sumber tegangan. kemudian mengaktifkan *hygrometer* digital sesuai dengan jam dan tanggal. Lalu mencatat keluaran dari sensor dan juga *hygrometer* digital. Pengambilan data dilakukan di ruang berukuran 4x3x3 m. dengan jarak anatar sensor DHT11 dan hygrometer ± 2 cm.



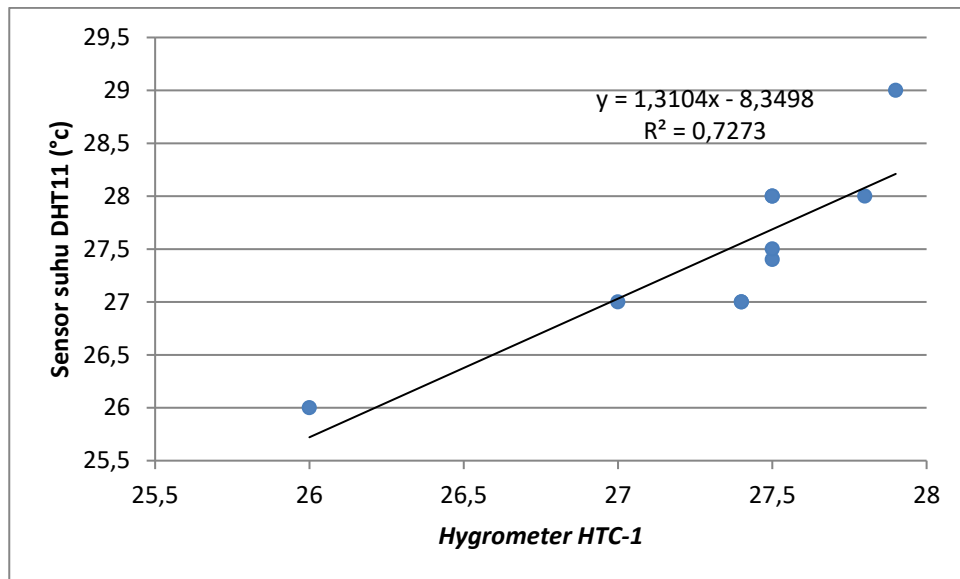
Gambar 4. 3. Proses kalibrasi sensor DHT11

Kalibrasi sensor DHT11 menggunakan *hygrometer* digital sebagai kalibrator. Pengambilan data tersebut, dilakukan selama kurang lebih enam jam untuk mendapatkan nilai kalibrasi yang maksimal.

Tabel 4. 1. Hasil kalibrasi sensor suhu DHT11

Waktu pengamatan	Kalibrat or (°C)	Sensor suhu (°C)	<i>error</i>	<i>percent error</i>	Akurasi
03:00	26	26	0	0	100
03:30	27	27	0	0	100
04:00	27,4	27	0,4	1,459854	98,54015
04:30	27,4	27	0,4	1,459854	98,54015
05:00	27,5	27,4	0,1	0,363636	99,63636
05:30	27,5	27,5	0	0	100
06:00	27,5	28	0,5	1,818182	98,18182
06:30	27,5	28	0,5	1,818182	98,18182
07:00	27,8	28	0,2	0,719424	99,28058
07:30	27,9	29	1,1	3,942652	96,05735
Rata-rata <i>error</i>			0,457143	1,654541	98,84182

Dari Tabel 4.1 didapatkan bahwa nilai rata-rata persen error dan akurasi dari kalibrasi alat sebesar 1,65% dan 98%. Oleh karena itu sensor DHT11 layak digunakan pada penelitian ini. Pada Gambar 4.4 dibawah ini terlihat grafik hasil kalibrasi sensor DHT11.



Gambar 4. 4. Grafik kalibrasi sensor DHT11

4.2.2. Hasil Kalibrasi Sensor Kelembapan DHT11

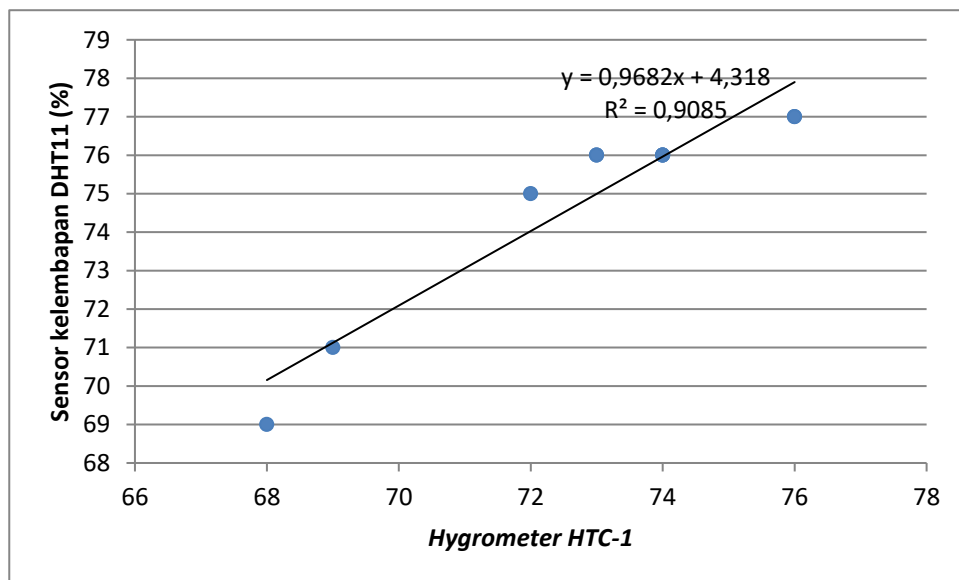
Hasil kalibrasi sensor kelembapan terlihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4. 2. Hasil Kalibrasi sensor kelembapan DHT11

Waktu pengamatan	Kalibrator (%)	Sensor kelembapan (%)	<i>error</i>	<i>percent error</i>	Akurasi
03:00	68	69	1	1,449275	98,55072
03:00	69	71	2	2,816901	97,1831
04:00	72	75	3	4	96
04:30	73	76	3	3,947368	96,05263
05:00	73	76	3	3,947368	96,05263
05:30	74	76	2	2,631579	97,36842
06:00	74	76	2	2,631579	97,36842
06:30	74	76	2	2,631579	97,36842
07:00	76	77	1	1,298701	98,7013
07:30	76	77	1	1,298701	98,7013
Rata-rata <i>error</i>			2	2,665305	97,33469

Pada gambar 4.5 merupakan gambar grafik perbandingan sensor kelembapan DHT11 dengan Hygrometer digital. Dari tabel tersebut dapat

dilihat bahwa hasil pembacaan sensor DHT11 memiliki rata-rata error sebesar 2,6% dan akurasi sebesar 97%. Oleh sebab itu sensor DHT11 layak digunakan dalam penelitian ini karena memiliki nilai error dan akurasi yang bagus. Output dari kalibrator dan sensor DHT11 saling berhubungan dan tidak jauh berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4. 5. Grafik sensor kelembapan DHT11 terhadap kalibrator

4.2.3. Kalibrasi Sensor BH1750



Gambar 4. 6. Proses kalibrasi sensor BH1750

Pengujian kalibrasi dan akurasi dilakukan di ruang penyinaran yang berukuran 40x40 cm, dengan menggunakan lampu LED strip SMD 5050 yang memiliki daya sebesar 12 watt untuk setiap ruangan. Pengujian diawali dengan menghubungkan sensor dengan Arduino UNO R3 dengan sumber tegangan. Kemudian mengaktifkan *Lightmeter* digital dan meletakkannya bersebelahan

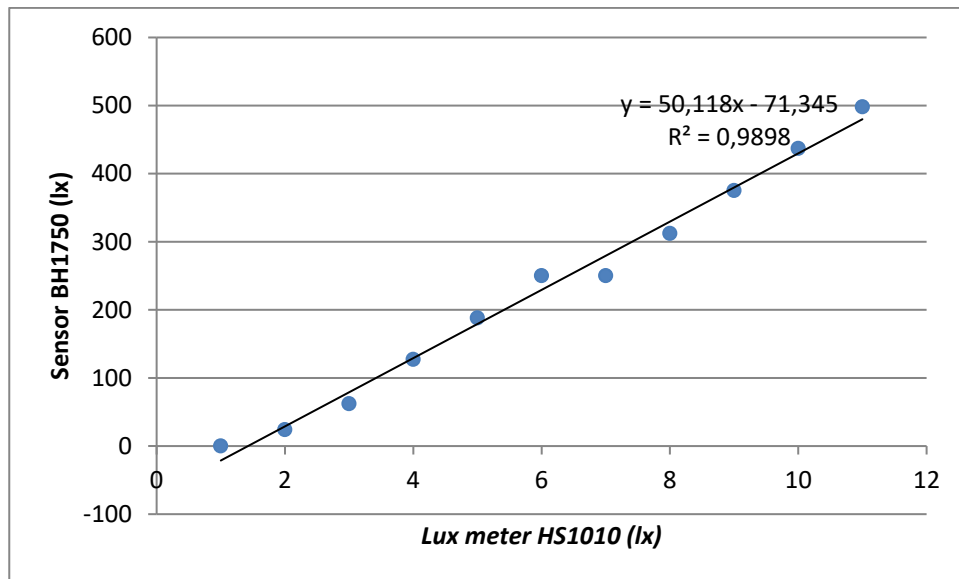
dengan jarak ± 4 cm. Kedua alat ini diletakkan berdekatan agar tidak terjadi perbedaan sehingga memiliki nilai yang tidak jauh berbeda.

Di bawah ini merupakan tabel dan grafik hasil pengujian kalibrasi sensor cahaya BH1750:

Tabel 4. 3. Hasil Kalibrasi sensor BH1750

No	Kalibrator (lx)	Sensor BH1750 (lx)	<i>error</i>	<i>Percent error</i>	Akurasi
1	24,17	24	0,17	0,703351	99,29665
2	60,83	62	1,17	1,923393	98,07661
3	125,83	127	1,17	0,929826	99,07017
4	188,33	188	0,33	0,175224	100,1752
5	244,33	250	5,67	2,320632	97,67937
6	247,5	250	2,5	1,010101	98,9899
7	307,5	312	4,5	1,463415	98,53659
8	373	375	2	0,536193	99,46381
9	432,5	437	4,5	1,040462	98,95954
10	512	498	14	2,734375	97,26563
Rata-rata error			3,601	1,283697	99,26318

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan bahwa rata-rata dari pengukuran sensor BH1750 sebesar 1,2% dan akurasi sebesar 99%. Maka dari itu sensor layak digunakan. Grafik dari kalibrasi sensor BH1750 terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7. Grafik hasil kalibrasi sensor BH1750

4.3. Pengukuran Konduktivitas, pH, dan Suhu Larutan Nutrisi

Pengukuran konduktivitas larutan nutrisi pada hari pertama sebelum dilakukan penanaman dan pemeliharaan tanaman pakcoy didapatkan bahwa nilai konduktivitas sebesar 1120 ppm nilai tersebut sesuai dengan syarat tumbuh tanaman pakcoy yaitu antara 1050-1400 ppm. Nilai pH yang didapatkan sebesar 6,9 dimana nilai tersebut sesuai dengan parameter tanaman pakcoy untuk tumbuh yaitu antara rentang 6,8-7.

Pada pengukuran suhu larutan nutrisi dengan menggunakan alat TDS meter, dan dilakukan setiap pukul 07.00 WIB. Suhu yang tepat bagi pakcoy yaitu 25-30 (°C). Pada pengukuran yang dilakukan kita dapatkan bahwa semakin hari suhu larutan menurun yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu suhu udara sekitar dan juga kelembapan.

Penelitian ini dibedakan menjadi tiga perlakuan dimana dibedakan berdasarkan ruang. Ruang pertama dilakukan penyinaran selama 6 jam, ruang kedua dilakukan penyinaran selama 12 jam, dan ruang ketiga dilakukan penyinaran selama 18 jam. Setiap media tanam diberikan larutan nutrisi sebanyak 3 liter.

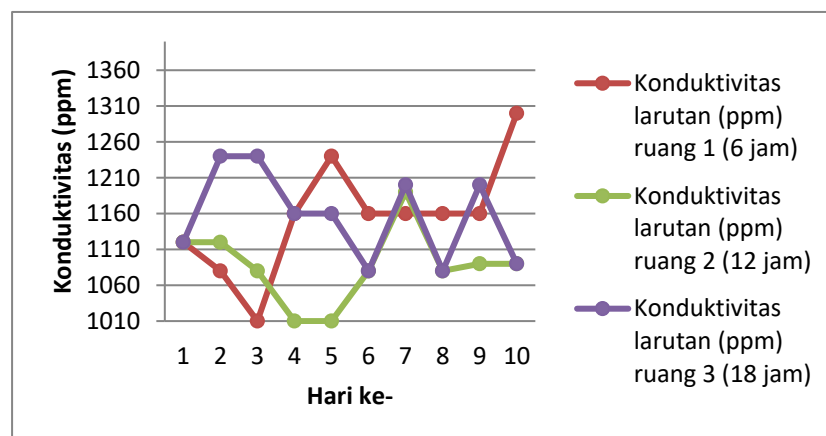
4.3.1. Konduktivitas Larutan Nutrisi

Pengukuran konduktivitas larutan nutrisi dilakukan sekali sehari dengan menggunakan TDS. Instrumen ini dapat mengukur berapa jumlah padatan yang terlarut didalam larutan dalam satuan ppm (mg/L) yang ditunjukkan dalam bentuk

angka digital pada display. Hasil pengukuran konduktivitas pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4. Hasil pengukuran Konduktivitas larutan nutrisi (ppm)

Hari ke-	Konduktivitas larutan (ppm)		
	ruang 1	ruang 2	ruang 3
	(6 jam)	(12 jam)	(18 jam)
1	1120	1120	1120
2	1080	1120	1240
3	1010	1080	1240
4	1160	1010	1160
5	1240	1010	1160
6	1160	1080	1080
7	1160	1190	1200
8	1160	1080	1080
9	1160	1090	1200
10	1300	1090	1090



Gambar 4. 8. Grafik pengukuran konduktivitas larutan

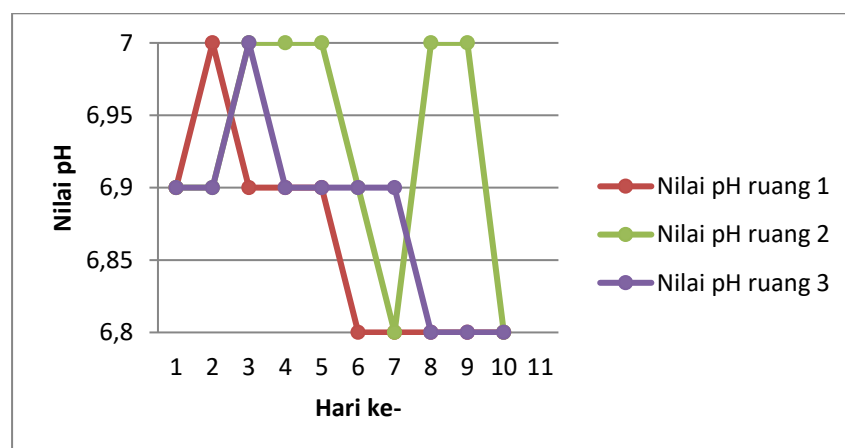
Pada Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa hasil pembacaan TDS sesuai dengan jumlah ppm yang seharusnya untuk tanaman hidropnik yaitu berkisar antara 1050-1400 ppm. Namun, pada ruang ketiga dari hari keempat sampai hari kedelapan mengalami penurunan karena menurunnya kadar senyawa organik pada larutan.

4.3.2. Suhu Larutan Nutrisi (°C)

Tabel 4. 5. Data pH Larutan Nutrisi

Hari ke-	Nilai pH		
	ruang 1	ruang 2	ruang 3
1	6,9	6,9	6,9
2	7	6,9	6,9
3	6,9	7	7
4	6,9	7	6,9
5	6,9	7	6,9
6	6,8	6,9	6,9
7	6,8	6,8	6,9
8	6,8	7	6,8
9	6,8	7	6,8
10	6,8	6,8	6,8

Hasil pengukuran pH larutan terlihat pada Gambar 4.9 dibawah ini.

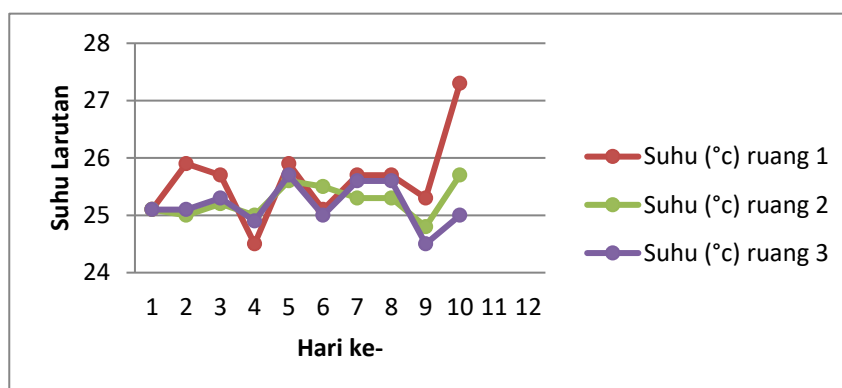


Gambar 4. 9. Grafik pH Larutan Nutrisi

Pengukuran suhu larutan nutrisi dilakukan sekali setiap hari. Pengukuran ini dilakukan menggunakan TDS karena instrumen tersebut sudah *include* dua pengukuran yaitu konduktivitas (ppm) dan suhu larutan (°C). Adapun hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 4. 6. pengukuran suhu larutan nutrisi (°C)

Hari ke-	Suhu (°c)		
	ruang 1	ruang 2	ruang 3
1	25,1	25,1	25,1
2	25,9	25	25,1
3	25,7	25,2	25,3
4	24,5	25	24,9
5	25,9	25,6	25,7
6	25,1	25,5	25
7	25,7	25,3	25,6
8	25,7	25,3	25,6
9	25,3	24,8	24,5

**Gambar 4. 10.** Grafik pengukuran suhu larutan nutrisi (°C)

Pada tabel 4.6. didapatkan bahwa TDS membaca suhu tersebut rata-rata dibawah 25(°C). Sedangkan suhu yang tepat sesuai agar tanaman hidroponik dapat tumbuh dengan optimal berkisar antara 25-30(°C) [1]. Hal tersebut dapat disebabkan karena pengaruh dari cuaca dan keadaan iklim sekitar.

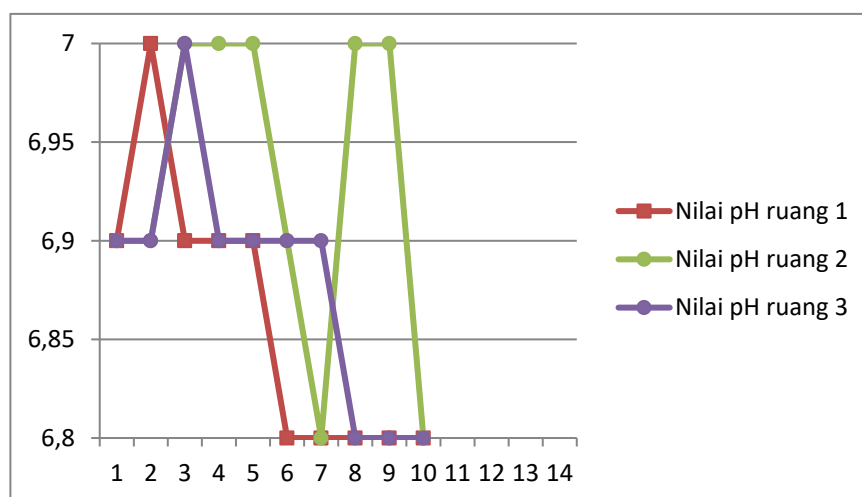
4.3.3. Pengukuran pH

Pengukuran pH (derajat keasaman) dilakukan sekali sehari. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan pH meter. Larutan nutrisi yang sesuai untuk

tanaman pakcoy dengan sitem hidroponik harus memiliki nilai berkisar antara 6,8-7.

Tabel 4. 7. Hasil pengukuran nilai pH

Hari ke-	Nilai pH		
	ruang 1	ruang 2	ruang 3
1	6,9	6,9	6,9
2	7	6,9	6,9
3	6,9	7	7
4	6,9	7	6,9
5	6,9	7	6,9
6	6,8	6,9	6,9
7	6,8	6,8	6,9
8	6,8	7	6,8
9	6,8	7	6,8
10	6,8	6,8	6,8



Gambar 4. 11. Grafik pengukuran nilai pH

Pada tabel 4.7 pembacaan pH meter sangat sesuai dengan derajat keasamaan larutan nutrisi tanaman pakcoy untuk tumbuh.

4.4. Penyemaian

Proses penyemaian sebaiknya dilakukan selama ± 14 hari. Penyemaian dilakukan oleh petani di Restumi hidroponik. Penyemaian tidak dilakukan secara individu karena telah melakukan beberapa kali percobaan namun tanaman tidak tumbuh dengan signifikan seperti seharusnya. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi gagalnya proses penyemaian tersebut salah satunya karena karena pengetahuan penulis mengenai cara penyemaian yang benar, pemilihan benih yang bagus, dll.

4.5. Proses Penanaman

Proses penanaman pakcoy diawali dengan mencampurkan air dengan pupuk AB mix. Cairan campuran biasa tersebut dinamakan larutan nutrisi. Pada penelitian ini dilakukan pencampuran seetiap 1 Liter air akan diberikan sebanyak 5 ml larutan A dan 5 ml larutan B. Larutan nutrisi yang baik untuk tanaman pakcoy harus memiliki nilai pH antara 6,8-7 dan memiliki nilai konsentrasi zat antara 1050-1400 ppm.

Apabia nilai dari kedua alat tersebut tidak sesuai kita bisa menggunakan pH down dan ph up untuk mengatur pH. pH Down adalah larutan asam (Asam Fosfat 10%) yang digunakan untuk menurunkan pH larutan nutrisi tanaman hidroponik dan pH UP adalah larutan basa (Kalium Hidroksida 10%) yang digunakan untuk menaikkan pH larutan nutrisi tanaman hidroponik. Sedangkan untuk menaikkan atau menurunkan ppm larutan salah satunya bisa menggunakan filter air. Apabila nilai kedua alat tersebut sudah sessuai dengan yang diinginkan, letakkan larutan nutrisi pada baki penanaman, kemudian letakkan pakcoy siap tanam yang sudah berumur 14-21 hari dan memiliki tinggi ± 13 cm pada impraboard yang sudah diberi lubang. Terakhir letakkan pada ruang penyinaran.



Gambar 4. 12. Tanaman pakcoy dalam ruang

4.6. Pengukuran Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Suhu, dan Kelembapan Ruang

Tabel 4. 8. Perlakuan pada penelitian

Ruang	Daya LED (Watt)	Waktu penyinaran	Lama Penyinaran	Suhu ruang (°C)	pH	Konduktivitas
1	12	07:00 – 13:00	6 jam	25-30	6,8-7	1050-1400
2	12	07:00 - 19:00	12 jam	25-30	6,8-7	1050-1400
3	12	07:00 – 01:00	18 jam	25-30	6,8-7	1050-1400

Pengukuran tinggi tanaman, jumlah daun, pH, TDS, suhu air, dan intensitas cahaya dilakukan setiap hari pada pukul 07.00 WIB. TDS digunakan untuk mengukur konduktivitas larutan nutrisi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan tiga perbedaan waktu penyinaran yaitu selama 6 jam, 12 jam, dan

18 jam dengan intensitas cahaya yang berbeda. Namun setelah dilakukan percobaan dengan penyinaran selama 12 jam tanaman tidak dapat bertahan dan layu dihari kedelapan pengamatan. Namun pada penyinaran selama 6 jam dan 18 jam tanaman masih dapat bertahan.

4.6.1. Tinggi Tanaman Percobaan Pertama

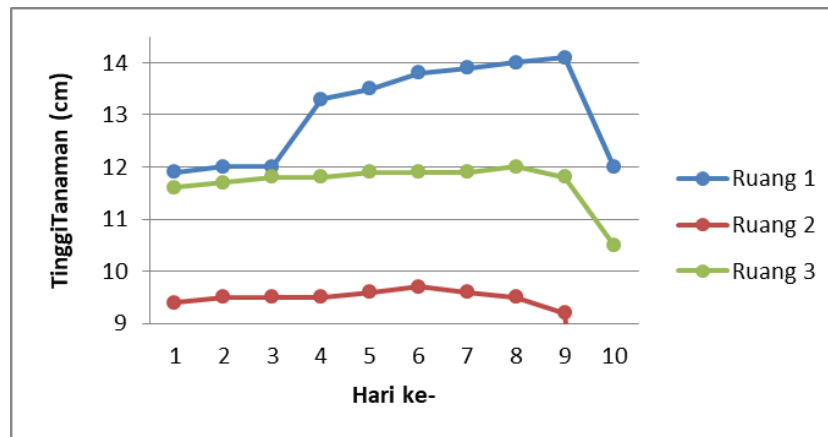
Pengukuran tinggi tanaman dibagi menjadi tiga perlakuan. Pada ruang pertama dilakukan penyinaran selama 6 jam mulai pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 13.00 WIB dengan mengubah intensitas setiap 2 jam sekali sesuai dengan intensitas pagi, siang, dan sore hari. Pada ruang kedua dilakukan penyinaran selama 12 jam

dan mengubah intensitas setiap 4 jam sekali dimulai dari pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 19.00 WIB. Pada ruang ketiga dilakukan penyinaran selama 18 jam dengan mengubah intensitas setiap 6 jam sekali. Penyinaran dilakukan setiap pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 01.00 WIB. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setelah selesai penyinaran. Pada ruang pertama dilakukan pada pukul 13.00 WIB, ruang kedua dilakukan pada pukul 19.00 WIB, dan ruang ketiga dilakukan pada pukul 01.00 WIB. Data hasil pengamatan tinggi tanaman pakcoy dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9. Tinggi tanaman percobaan pertama

Hari ke-	Tinggi Tanaman (cm)		
	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3
1	11,9	9,4	11,6
2	12	9,5	11,7
3	12	9,5	11,8
4	13,3	9,5	11,8
5	13,5	9,6	11,9
6	13,8	9,7	11,9
7	13,9	9,6	11,9
8	14	9,5	12
9	14,1	9,2	11,8
10	12	-	10,5

Dari Tabel 4.8 terlihat bahwa tinggi tanaman pakcoy mengalami penurunan, hal tersebut disebabkan karena tanaman tidak mendapatkan cukup cahaya. Penurunan tersebut terlihat pada Gambar 4.12 di bawah ini.



Gambar 4. 13. Grafik tinggi tanaman percobaan pertama

Pada awal percobaan, pertumbuhan tanaman di dalam ruang terlihat mengalami proses pertumbuhan yang sama. Pada hari ke tujuh terlihat pada ruang dua mengalami penurunan karena disebabkan oleh daun yang mulai menguning dan tanamannya mulai layu.

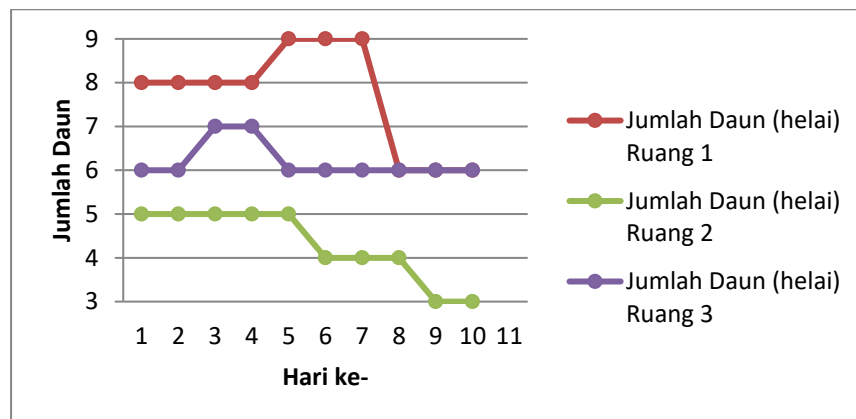
Pada ruang pertama di hari ke sepuluh mulai mengalami penurunan, karena dari empat tanaman, dua di antaranya layu dan dua sisanya daunnya mulai menguning. Pada ruang ketiga tanaman masih mengalami proses pertumbuhan sampai hari ke sepuluh, hingga pada hari kesebelas tanaman mengalami penurunan. Dalam ruang tersebut terdapat empat tanaman dua diantaranya layu dan dua lainnya masih bertahan namun lebih banyak jumlah daun yang kuning dibandingkan dengan daun yang hijau. Pengukuran jumlah daun terlihat pada tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4. 10. Jumlah daun

Hari ke-	Jumlah Daun (helai)		
	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3
1	8	5	6
2	8	5	6
3	8	5	7
4	8	5	7
5	9	5	6
6	9	4	6
7	9	4	6

8	6	4	6
9	6	3	6
10	6	3	6

Gambar 4.14 menunjukkan data hasil pengukuran jumlah daun seperti di bawah ini:



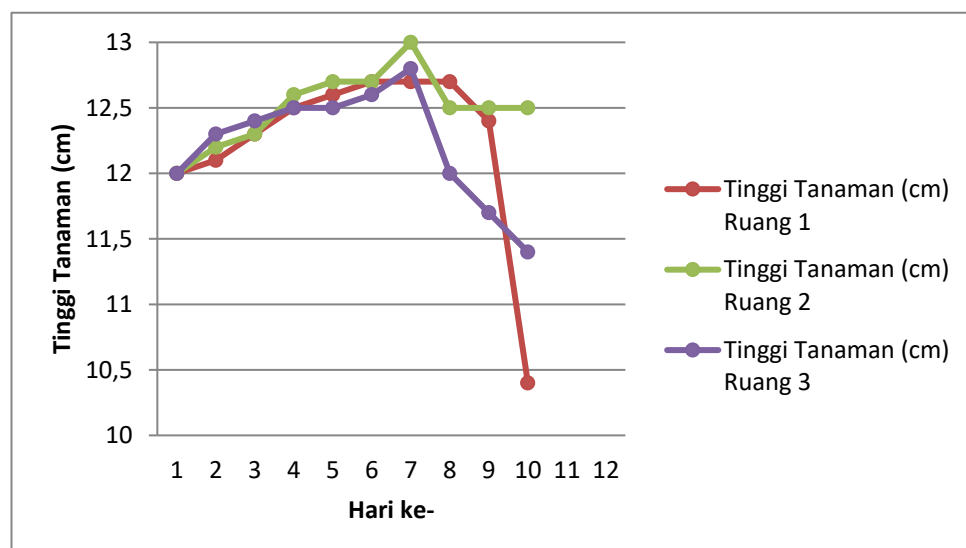
Gambar 4. 14. Grafik jumlah daun percobaan pertama

4.6.2. Tinggi Tanaman Percobaan Kedua

Tabel 4. 11. Pengukuran Tinggi tanaman percobaan kedua

Hari ke-	Tinggi Tanaman (cm)		
	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3
1	12	12	12
2	12,1	12,2	12,3
3	12,3	12,3	12,4
4	12,5	12,6	12,5
5	12,6	12,7	12,5
6	12,7	12,7	12,6
7	12,7	13	12,8
8	12,7	12,5	12
9	12,4	12,5	11,7
10	10,4	12,5	11,4

Gambar 4.15 memperlihatkan hasil pengukuran tinggi tanaman pada percobaan kedua.



Gambar 4. 15. Grafik tinggi tanaman pakcoy

Pada awal percobaan pertumbuhan tanaman di dalam ruang terlihat dari data

diatas bahwa mengalami proses pertumbuhan yang sama. Pada ruang dua mengalami pertumbuhan lebih baik dibandingkan dengan ruang lainnya, hal ini disebabkan karena cahaya yang diterima sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman pakcoy yaiatu dari 1-13 jam[1].

Tabel 4. 12. Pengukuran Jumlah daun

Hari ke-	Jumlah Daun		
	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3
1	9	9	9
2	9	9	9
3	9	10	9
4	10	10	9
5	10	10	10
6	8	10	9
7	7	9	9
8	5	9	9
9	4	9	7
10	4	9	7

Pada tabel 4.12 didapatkan bahwa semakin hari jumlah daun pada tanaman pakcoy mengalami penambahan. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman pakcoy lebih optimal pada percobaan kedua.

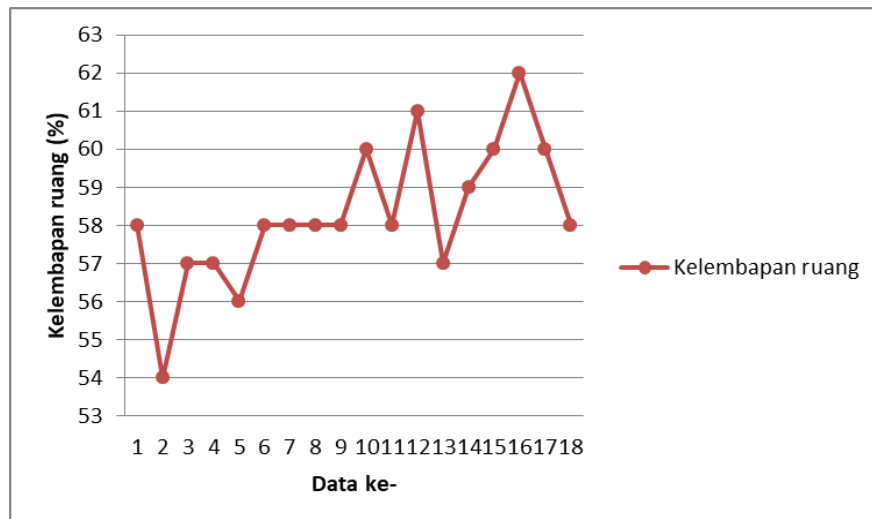
4.6.3. Kelembapan dan Suhu Ruang

Pengukuran kelembapan dan suhu ruang dilakukan setiap jam dengan menggunakan sensor DHT11. Hasil pengukuran suhu dan kelembapan ruang terlihat pada Tabel 4.13 di bawah ini.

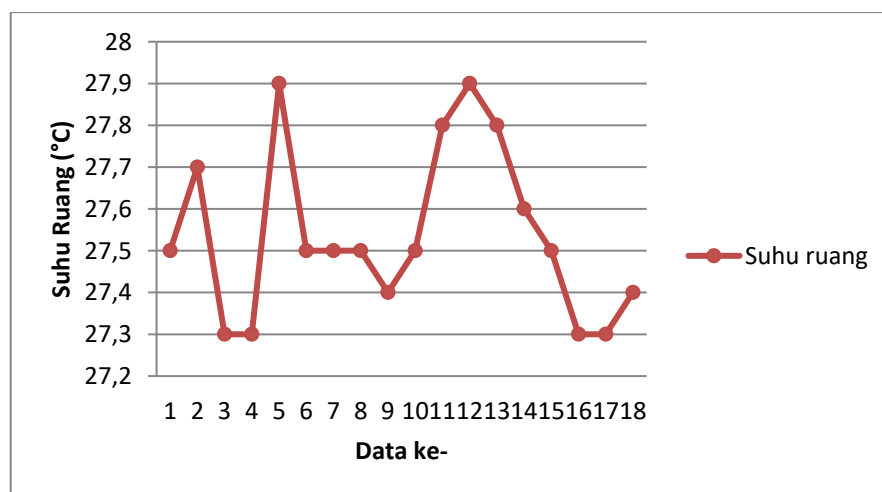
Tabel 4. 13. Hasil pengukuran kelembapan dan suhu ruang

Data ke-	Suhu ruang (°c)	Kelembapan ruang (%)
1	27,5	58
2	27,7	54
3	27,3	57
4	27,3	57
5	27,9	56
6	27,5	58
7	27,5	58
8	27,5	58
9	27,4	58
10	27,5	60
11	27,8	58
12	27,9	61
13	27,8	57
14	27,6	59
15	27,5	60
16	27,3	62
17	27,3	60
18	27,4	58

Gambar 4.16 memperlihatkan grafik pengukuran kelembapan ruang seperti di bawah ini.



Gambar 4. 16. Grafik pengukuran kelembapan ruang (%)



Gambar 4. 17. Grafik pengukuran suhu ruang (°C)

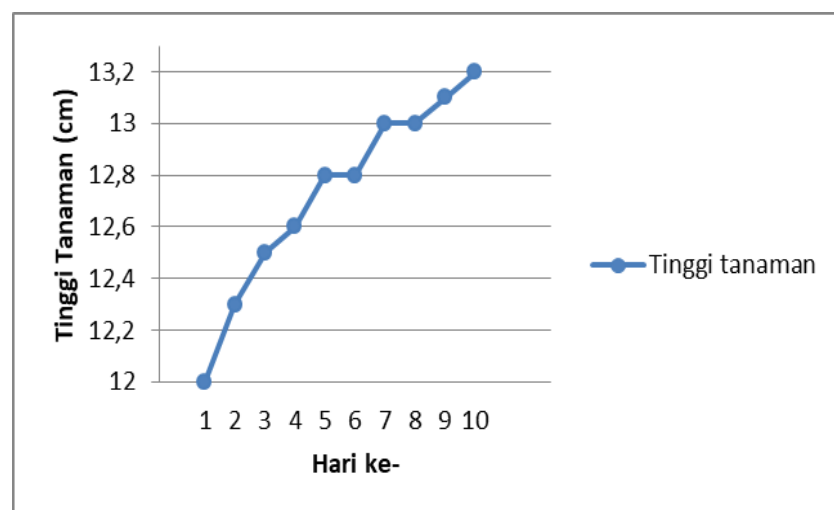
Pada tabel 4.13 pembacaan sensor memiliki nilai kelembapan tertinggi pada hari kedua belas dan keenam belas. Hal tersebut disebabkan karena curah hujan yang sangat tinggi sehingga meningkatkan kelembapan dilingkungan sekitar. Kelembapan dan suhu udara yang sesuai dengan syarat tumbuh tanaman pakcoy berkisar antara 70%-80% dan pada suhu antara 25°-30°c. Namun pada penelitian ini memiliki nilai kelembapan yang tidak menentu disebabkan cuaca dan iklim yang tidak menentu.

4.7. Pengamatan Luar

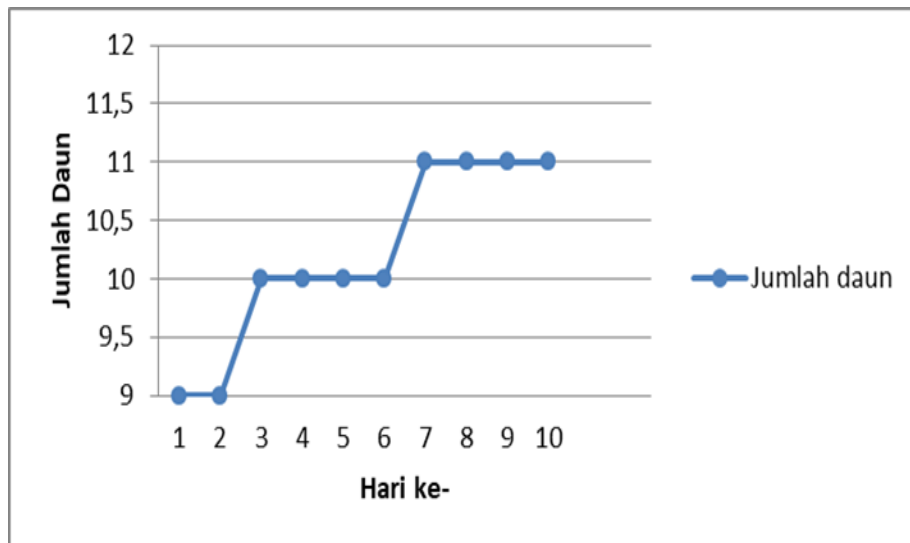
Tabel 4. 14. Hasil Pengamatan Luar

Data ke-	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Konduktivitas larutan (ppm)	pH larutan	Suhu larutan (°C)
1	12	9	1120	6,9	25,1
2	12,3	9	1160	6,9	26,6
3	12,5	10	1080	6,8	26
4	12,6	10	1250	6,8	25,9
5	12,8	10	1210	6,8	26,9
6	12,8	10	1140	7	27,2
7	13	11	1310	7	26,8
8	13	11	1300	6,9	26,9
9	13,1	11	1390	6,8	26,6
10	13,2	11	1390	6,8	25,5

Berdasarkan Tabel 4.13 pada perlakuan luar ruangan didapatkan grafik sebagai berikut:

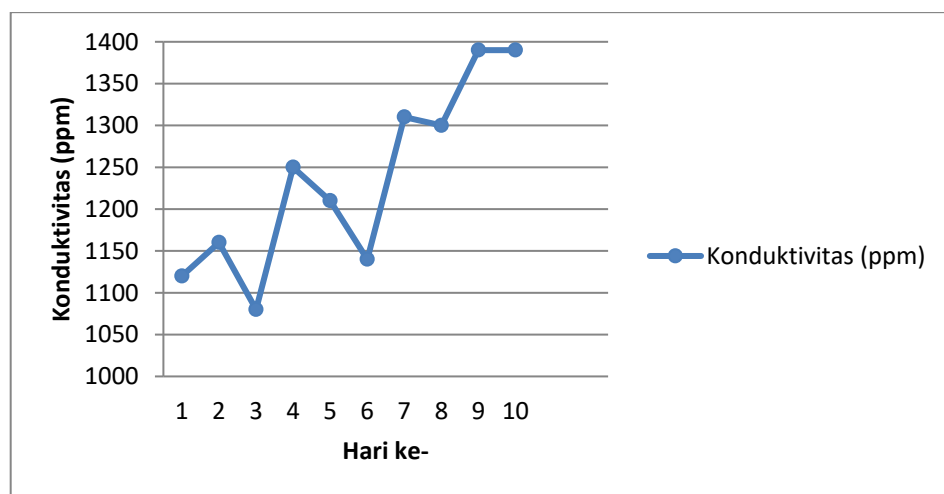


Gambar 4. 18. Grafik tinggi tanaman terhadap waktu



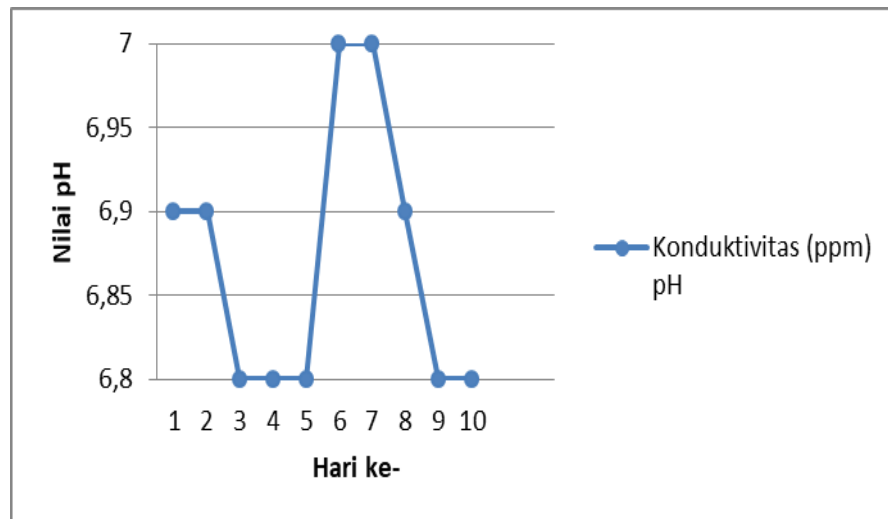
Gambar 4. 19. Grafik jumlah daun

Pada Gambar 4.20 Terlihat grafik konduktivitas larutan nutrisi pada tanaman pakcoy terhadap waktu. Semakin hari nilai konduktivitasnya semakin meningkat.



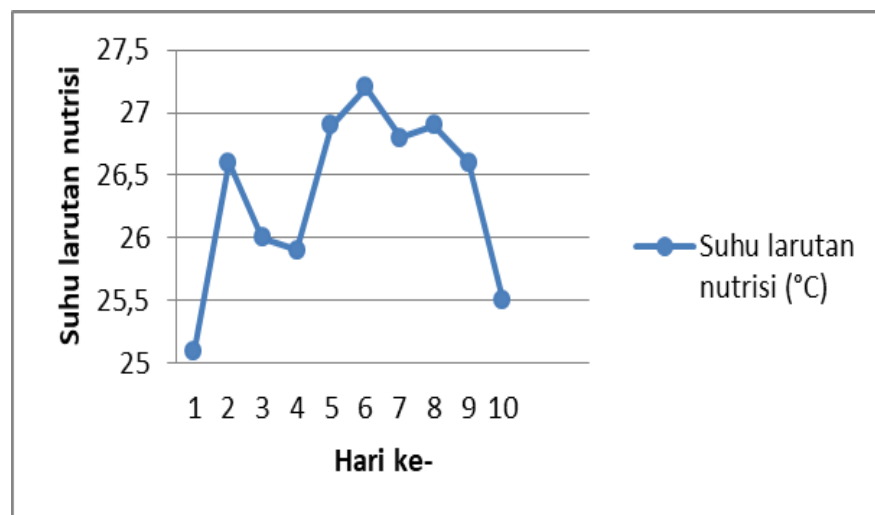
Gambar 4. 20. Grafik konduktivitas larutan nutrisi terhadap waktu

Gambar 4.21 memperlihatkan nilai pH larutan nutrisi tanaman pakcoy terhadap waktu. Grafik tersebut mengalami fluktuasi karena apabila suhu permukaan air naik maka kelarutan CO_2 akan menurun. Sebaliknya apabila suhu permukaan turun maka nilai pH akan meningkat.



Gambar 4. 21. Grafik pH larutan nutrisi

Pada Gambar 4.22 terlihat grafik suhu larutan seperti di bawah ini.



Gambar 4. 22. Grafik suhu larutan terhadap waktu

Suhu larutan nutrisi mengalami fluktuasi karena dipengaruhi oleh keadaan suhu sekitar. Dari data diatas dapat dilihat bahwa pertumbuhan tanaman pakcoy lebih meningkat diluar ruangan yang menggunakan cahaya matahari untuk fotosintesis dari pada di dalam ruang penyinaran. Tanaman pakcoy juga dapat tumbuh lebih optimal dengan matahari dibandingkan dengan dalam ruang. Hal tersebut terjadi karena didalam ruang kekurangan cahaya. Intensitas cahaya dari lampu LED tidak sebanyak matahari.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Lama penyinaran sangat mempengaruhi proses fotosintesis pada pertumbuhan tanaman. Apabila tanaman mendapatkan lama penyinaran sesuai yang dibutuhkan maka pertumbuhannya akan optimal.
2. Banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman pakcoy diantaranya konduktivitas, pH, suhu larutan nutrisi, suhu dan juga kelembapan ruang.
3. Dari kedua penelitian, pertumbuhan paling optimal pada perlakuan luar ruangan dengan tinggi sebesar 13,2 cm dengan jumlah daun 11 helai. Sementara pada penelitian dalam ruang sebesar 12,5 cm dengan jumlah daun 10 helai.

5.2. Saran

Dari hasil yang telah dilakukan, penulis memiliki beberapa saran untuk penelitian pengembangan selanjutnya yaitu:

1. Gunakan jenis lampu LED yang memiliki Intensitas lebih besar
2. Gunakan sistem hidroponik NFT karena sistem tersebut lebih cepat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.
3. Gunakan sistem kontrol otomatis untuk mengatur intensitas cahaya pada lampu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Pengaruh Lama Penyinaran Dan Intensitas Cahaya Lampu Light Emiting Diode (LED) Pada Fase Persemaian Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman pakcoy (Brassica Rapa L).* **liantri, Fina.** Riau : Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2018.
- [2].*Pengaruh Lama Penyinaran Kombinasi Lampu LED Dan Lampu Neon Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L) Dengan Hidroponik Sistem Sumbu (WickSystem).* **Lindawati, Yesi.** 3: 191-200, Lampung : urnal Teknik Pertanian Lampung, 2015, Vol. 4 .
- [3] **WN, Bayu.** Tabel PPM dan pH Nutrisi Hidroponik. [Online] November 17, 2016. [Cited: November 03, 2020.] <http://hidroponikpedia.com/>.
- [4] **Alexandre, Nexen.** *Temperatur Warna.* s.l. : <https://books.google.co.id/>, 2015.
- [5] *Pengaruh Spektrum Cahaya Tampak Terhadap laju Fotosintesis Tanaman Air Hydrilla Verticilata.* **Papib Handoko, Yunie Fajarianti.** 2, kediri : <https://jurnal.uns.ac.id/>, 2013, Vol. 10.
- [6] *Pengujian Dan Analisis Umur Pakai Lampu Light Emiting Diode (LED) SWABALAST Untuk Pencahayaan Umum.* **Sudirman, Palaloi.** 1, s.l. : Jurnal Energi dan Lingkungan, 2015, Vol. 11.
- [7] *Analisa Pemakaian Daya Lampu LED Pada Rumah Tipe 36.* **Faridha Moetia, M.Dhlan Yusuf Saputra.** 3, s.l. : Jurnal Teknologi Elektro, 2016, Vol. 7.
- [8] *Pengaruh Panjang Gelombang Cahaya Terhadap Pertumbuhan Brassica rapa L.* **Kurnia, Rizky Maiza dan Daniel.** s.l. : Jurnal Fisika: Seri Konferensi, 2019.
- [9] *Pengaruh Fotosintesis Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang (Solanum Tuberosum L) Dalam Lingkungan Fotoautotrof Secara Invitro.* **Pertamawati.** 1, s.l. : Jurnal Sains dan teknologi Indonesia, 2010, Vol. 12.
- [10] *Teknologi Hidroponik Sistem Sumbu Pada Produksi Selada Lollo Rossa Dengan Penambahan CaCl_2 Sebagai Nutrisi Hidroponik.* **Siti Kamilia,**

- Parawita Dianti, raden Soedrajad.** 01, s.l. : Jurnal Agroteknologi, 2017, Vol. 11.
- [11] *Perbandingan Sistem Hidroponik Antara Desain Wick (Sumbu) dengan.* **Fitriana, Ridha Nirmalasari dan.** 18, palagkaraya : Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan, 2018, Vol. 9. 2549 - 8819.
- [12] *Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensita Cahaya.* **MUCHAMAD PAMUNGKAS, HAFIDDUDIN, YUYUN SITI ROHMAH.** 2, s.l. : Jurnal ELKOMIKA, 2015, Vol. 3. ISSN: 2338-8323.
- [13] **SIPAHUTAR, FAUZIAH HAFNI.** *SISTEM PENGAMATAN SUHU DAN KELEMBAPAN PADA JAMUR MENGGUNAKAN SENSOR DHT11 BERBASIS ATMEGA328 DENGAN TAMPILAN MENGGUNAKAN LCD.* Medan : <http://repositori.usu.ac.id/>, 2018.
- [14] **Adi.** Sensor DHt11. *Bluino Electronic.* [Online] Oktober 19, 2019. [Cited: Juli 10, 2021.] <https://www.bluino.com/2019/10/10-sensor-dht11.html>.
- [15] **Alkhairi, M Habib.** Cara Mengukur Suhu dan Kelembaban dengan DHT11 dan Arduino. *Mahir electro.* [Online] April 17, 2021. [Cited: juli 15, 2021.] <https://www.mahirelektro.com/2020/02/tutorial-menggunakan-sensor-DHT11-pada-Arduino.html>.
- [16] **Wicaksono, S.** Arduino Uno R3. *eprints.akakom.ac.id.* [Online] 2017.[Cited: Juli 10, 2021.] <https://eprints.akakom.ac.id>.
- [17] *UJI KEASAMAN AIR DENGAN ALAT SENSOR pH Di STT MIGAS BALIKPAPAN.* **Jufriadi Karangan, Bambang Sugeng, Suliardi.** 1, s.l. : JURNAL KEILMUAN TEKNIK SIPIL, 2019, Vol. 2.
- [18] *PERANCANGAN ALAT UKUR TDS (TOTAL DISSOLVED SOLID) AIR DENGAN SENSOR KONDUKTIVITAS SECARA REALTIME.* **Ronaldi Zamora, HARMADI, Dan Wildian.** 1, s.l. : <https://media.neliti.com/>, 2015, Vol. 7. 2085-8019.
- [19] *Analisis Perbandingan Susunan rangkaian Pada lampu LED Untuk*

Penerangan. **Martono Dwi Atmadja, Farida Arinie Soelistianto, Harrij Mukti Kristiana.** s.l. : Politeknik Negeri Malang, 2016, Vol. 8. 2085-2347.

- [20] **Sriwidodo.** Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu Menggunakan Dimmer dan Monitoring Dengan Human Machine Interface (HMI) Pada Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis PLC Schneider. [Online] 2018. [Cited: November 03, 2020.] <http://eprints.undip.ac.id>.
- [21] *Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solid (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air.* **Rahmi Putri Wirman, Indrawata Wardhana, dan Vandri Ahmad Isnaini.** s.l. : Jurnal Fisika, <http://journal.unnes.ac.id>, 2019, Vol. 9.
- [22] Mengenal Spektrum Gelombang Elektromagnetik. *Kelas Pintar.* [Online] Maret 9, 2020. [Cited: November 3, 2020.] <https://www.kelaspintar.id/blog/edutech/mengenal-spektrum-gelombang-elektromagnetik-3558/>.
- [23] **Kharti, Irene Swastiwi Viandari.** Pengertian dan Perbedaan Fotosintesis dan Kemosintesis. *Ruang guru.* [Online] Juli 2, 2018. [Cited: Agustus 5, 2021.] <https://www.ruangguru.com/blog/biologi-kelas-12-pengertian-dan-perbedaan-fotosintesis-dan-kemosintesis>.
- [24] LAPORAN MINI RISET FISILOGI TUMBUHAN Fotosintesis (Pemisahan Pigmen pada daun). *PDFCOFFEE.* [Online] 2019. [Cited: Desember 2, 2020.] <https://pdfcoffee.com/laporan-mini-riset-fotosintesis-pdf-free.html>.
- [25] **Rizal, Guru.** Reaksi Fotosintesis (Reaksi Kimia dan Reaksi Terang). *Kabarkan.com.* [Online] April 11, 2021. [Cited: Agustus 5, 2021.] <https://kabarkan.com/reaksi-fotosintesis-reaksi-kimia-dan-reaksi-terang/>.
- [26] **Satriya, Aan.** Sistem hidroponik yang paling gampang dan murah khusus pemula. *CAPURACA.COM.* [Online] [Cited: Agustus 5, 2021.] <https://www.capuraca.com/2020/07/sistem-hidroponik-yang-paling-gampang.html>.

- [27] **Razor, Aldy.** Cara Kerja Arduino Uno dan Bagaimana Prinsip Serta Peranannya. *ALDYRAZOR.COM*. [Online] 2020. [Cited: Agustus 2, 2021.] <https://www.aldyrazor.com/2020/07/cara-kerja-arduino.html>.
- [28] **Sivaranjith.** pH measurement : Glass electrode method. *AutomotionForum.co*. [Online] April 3, 2018. [Cited: Agustus 6, 2021.] <https://automationforum.co/ph-measurement-glass-electrode-method/>.
- [29] BH1750 – Ambient Light Sensor. *Components101*. [Online] Agustus 6, 2019. [Cited: Desember 2, 2021.] <https://components101.com/sensors/bh1750-ambient-light-sensor>.

LAMPIRAN

1. Program Sensor BH1750 pada Arduino

```
#include <BH1750.h>

#include
<LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
BH1750 lightMeter;
LiquidCrystal_I2C
lcd(0x27, 16, 2);
void setup() {
    Serial.begin(9600); // Initialize the i2C bus (BH1750 library doesn't
dothis automatic;
    // On esp8266 device you can select SCL and SDA pins using
Wire.begin(D4, D3);
Wire.begin(); lightMeter.begin();
Serial.print(F(" BH1750 TEST"));

//Inisialisasi LCD berukuran 16 kolom dan 2
barislcd.init();

//menyalakan backlight LCD, jika mematikan dapat diisi dengan nilai
"0"lcd.backlight();
lcd.setCursor(0,0);

lcd.print(" Tugas Akhir Aliyah "); //pada baris pertama
lcd.setCursor(0,2);

    lcd.print(" Light Meter BH1750 "); //pada baris kedua
    dituliskan LCD +BH1750

delay(5000); //Waktu
jedalcd.clear();
}
```

```

void loop() {

float lux =
lightMeter.readLightLevel();
Serial.print("Light: ");
Serial.print(lux);
Serial.println("lx");
lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" Light Meter");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print(" Light: ");
lcd.setCursor(4,1); l
cd.print(lux);
lcd.print("lux");
delay(1000);
}

```

2. Program Sensor DHT11 pada Arduino

```

#include <Ethernet.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // GANTI 0x3F Ke 0x27 kalau
LCD ga muncul
#include <DHT.h>

DHT dht(2, DHT11); //Pin, Jenis DHT
int powerPin = 3;          // untuk pengganti
VCC/5vOLT
void setup(){

lcd.init();

// Print a message to the
LCD lcd.backlight();

// jadikan pin power sebagai outputpinMode(powerPin, OUTPUT);

```

```

// default bernilai LOW

digitalWrite(powerPin, LOW);

Serial.begin(9600);

dht.begin();
}

void loop(){ digitalWrite(powerPin, HIGH);

float kelembaban = dht.readHumidity();
float suhu = dht.readTemperature();

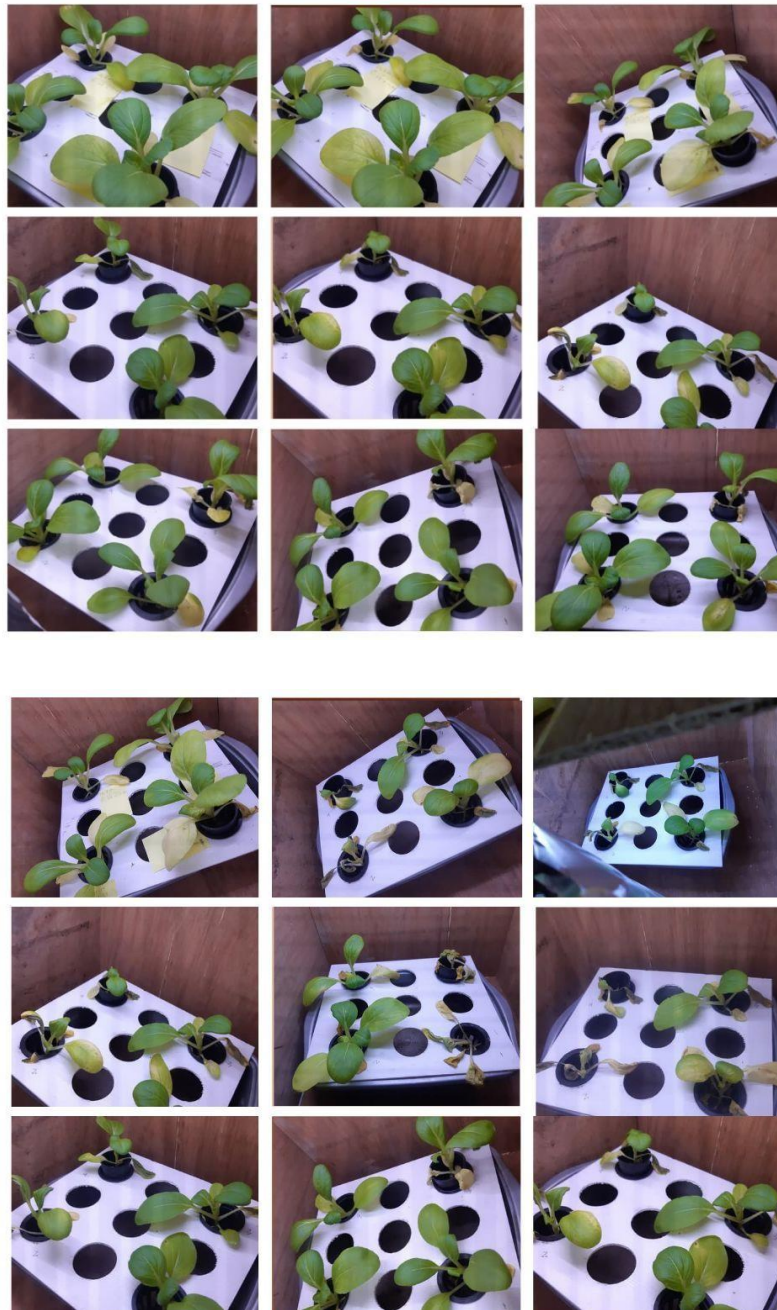
Serial.print("kelembaban: ");
Serial.print(kelembaban);
Serial.print(" ");
Serial.print("suhu: ");
Serial.println(suhu);

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Kelembaban: ");
lcd.setCursor(11,0);
lcd.print(kelembaban);

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Suhu: ");l
cd.setCursor(5,1);
lcd.print(suhu);
delay(1000);
}

```

3. Gambar Tanaman Percobaan Pertama



4. Gambar Tanaman Percobaan Kedua

