

# SMART AGRICULTURE

## Budidaya Hidroponik dengan Sistem Cerdas

*by* Buka mall

---

**Submission date:** 20-Oct-2022 07:42PM (UTC+0800)

**Submission ID:** 1930492206

**File name:** Smart\_Agriculture-Rev2.docx (6.04M)

**Word count:** 26222

**Character count:** 151695

# SMART AGRICULTURE

Budidaya Hidroponik dengan Sistem Cerdas

Trinovita Zuhara Jingga  
Indra Laksana  
M. Riza Nurtam  
Rosda Syelly  
Hendra  
Jamaluddin  
Perdana Putera



# SMART AGRICULTURE

Budidaya Hidroponik dengan Sistem Cerdas

Trinovita Zuhara Jingga  
Indra Laksana  
M. Riza Nurtam  
Rosda Syelly  
Hendra  
Jamaluddin  
Perdana Putera



Goresan Pena  
Kuningan, 2022

# SMART AGRICULTURE

## Budidaya Hidroponik dengan Sistem Cerdas

Kuningan © 2022, Trinovita Zuhara Jingga, Indra Laksmana, M. Riza Nurtam, Rosda Syelly, Hendra, Jamaluddin, & Perdana Putera

9

Editor : Tim Pena

Setting : Goresan Pena Publishing

Penata Isi : C. I. Wungkul

Desain Sampul : C. I. Wungkul

Foto Sampul : -

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ke dalam bentuk apapun, secara elektronis maupun mekanis, termasuk fotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit. Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

Diterbitkan pertama kali oleh :

**Goresan Pena**

Anggota IKAPI, Jawa Barat, 2016

Jl. Jami no. 230 Sindangjawa – Kadugede – Kuningan  
Jawa Barat 45561

Telp./SMS/Whatsapp : 085-221-422-416

IG : @penerbit\_gp

Email : goresanpena2012@gmail.com

Website : www.goresanpena.co.id

*Referensi | Non Fiksi | R/D*

viii + 145 hlm. ; 17 x 24 cm

ISBN : (kosongkan)

Cet. I, Oktober 2022

57

Apabila di dalam buku ini terdapat kesalahan cetak/produksi atau kesalahan informasi, mohon hubungi penerbit.

## PRAKATA

35

Segala puji bagi Allah, Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga tim penulis dapat menyelesaikan buku ini. Tak lupa juga mengucapkan shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wa sallam.

Kami ucapkan terima kasih kepada rekan – rekan Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Komputer, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Ditjen Diksi melalui program *Matching Fund* 2022, PT. Carano Integrasi Teknologi dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu atas dukungannya dalam pembuatan dan penerbitan buku ini.

23

Tim penulis sadar bahwa buku ini belum sempurna, oleh sebab itu tim penulis mohon agar pembaca memberi kritik dan saran terhadap buku ini agar tim penulis dapat terus meningkatkan kualitas.

Demikian buku ini tim penulis buat, dengan harapan agar pembaca dapat memahami informasi dan juga mendapatkan wawasan mengenai bidang *Smart Agriculture* serta dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam arti luas. Terima kasih.

Payakumbuh, 12 Oktober 2022

Tim Penulis

## **DAFTAR ISI**

Daftar Isi .....	v
 <b>BAB I DESAIN DAN IMPLEMENTASI <i>PLANT FACTORY</i> SKALA KECIL</b>	
A. <i>Plant Factory</i> .....	3
B. Hidroponik .....	4
C. Media Hidroponik .....	7
D. Sistem Kontrol.....	7
E. Alat dan Bahan .....	8
F. Pembangunan Ruang Kultur .....	12
 <b>BAB II PEMANFAATAN UV LED UNTUK HIDROPONIK INDOOR</b>	
A. Ruang Lingkup Tanaman Hidroponik .....	19
B. Ultraviolet LED.....	23
C. <i>Timer</i> .....	24
D. Larutan Nutrisi A dan B (AB MIX).....	25
E. Tanaman Pakcoy ( <i>Brassica Rapa L</i> ).....	26
F. Alat dan Bahan .....	26
G. Desain Alat.....	29
H. Flow Diagram Buku .....	31
I. Pengamatan Tanaman Pakcoy .....	44
J. Hasil Panen Tanaman Pakcoy .....	51
 <b>BAB III PENGENDALIAN PH DAN EC NUTRISI HIDROPONIK TIPE <i>DEEP WATER CULTURE</i></b>	
A. Pengertian Hidroponik .....	54

B. Tipe-Tipe Hidroponik .....	54
C. Prasyarat Tumbuh Tanaman Hidroponik .....	57
D. <i>Electrocunuctivity</i> atau EC .....	61
E. Nutrisi AB-Mix .....	63
F. Pengaruh Oksigen Terlarut ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) .....	71
G. Sensor pH .....	72
H. Tanaman Pakcoy ( <i>Brassica Rapa L</i> ) .....	74
I. Alat dan Bahan .....	75
J. Desain Alat .....	77
K. <i>Flow Diagram</i> Buku .....	80
L. Pengendalian PH dan EC Nutrusu Hidroponik .....	94

#### **BAB IV SISTEM PENGONTROLAN SUHU DAN**

##### **KELEMBABABAN TANAMAN HIDROPONIK *INDOOR***

A. Iklim .....	107
B. Tanaman Pakcoy ( <i>Brassica Rapa L</i> ) .....	108
C. Syarat Tumbuh .....	108
D. Sistem Kontrol .....	109
E. Alat dan Bahan .....	116
F. Desain Ruangan .....	121
G. Desain Alat .....	121
H. <i>Flow Diagram</i> PUM .....	123
I. Pengamatan Tanaman .....	133
Daftar Pustaka .....	142



# BAB I

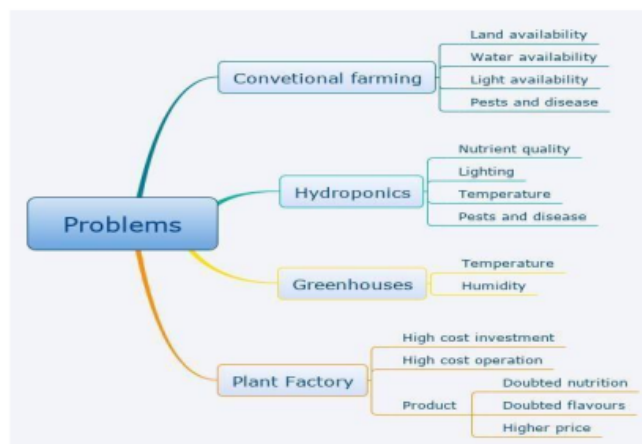
## DESAIN DAN IMPLEMENTASI *PLANT FACTORY* SKALA KECIL

Populasi dunia di setiap tahunnya mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Tercatat jumlah populasi pada tahun 2011, yakni 7 miliar. Jumlah tersebut diperkirakan akan mengalami peningkatan yang cukup signifikan di tahun 2050, yakni sebesar 9,3 miliar. Banyak faktor yang mempengaruhi peningkatan populasi tersebut. Selain itu, peningkatan populasi juga berakibat pada berbagai bidang kehidupan lainnya, terutama berpengaruh terhadap peningkatan kebutuhan pangan, di mana semakin meningkat populasi di dunia maka semakin meningkat pula kebutuhan pangannya. Bahkan peningkatan kebutuhan pangan tersebut diproyeksikan jauh lebih besar dibandingkan dengan peningkatan dari populasi itu sendiri. Berbeda dengan peningkatan pangan, peningkatan produksi pangan justru tidak sebanding dengan peningkatan populasi. Hal tersebut dikarenakan sumber daya alam yang terbatas, 90% dari pertumbuhan produksi tanaman global diharapkan bersumber dari hasil panen yang lebih tinggi dan intensitas tanam yang meningkat, dengan sisanya 10% dari perluasan lahan produktif (FAO, 2009). Selain itu, ketersediaan air tawar pun mengikuti tren yang serupa, yakni tidak merata meskipun secara global ketersediaannya terbilang lebih dari cukup. Oleh karena itu, diperlukan sebuah bentuk penanaman pertanian baru, yakni pertanian vertikal dalam ruangan menggunakan sistem pabrik dengan pencahayaan buatan untuk produksi tanaman pangan yang efisien. Hal ini bertujuan agar sistem produksi bahan pangan dapat terus berkesinambungan sehingga mampu untuk memberi makan dunia, melindungi lingkungan, memperbaiki kesehatan, dan mencapai pertumbuhan ekonomi.

*Plant Factory* merupakan istilah yang mengacu pada fasilitas produksi tanaman dengan ruangan yang terisolasi secara termal dan hampir kedap udara (Kozai, 2013). *Plant Factory* dapat digambarkan dengan beberapa rak kultur dengan lampu listrik di masing-masing rak ditumpuk secara vertikal di

dalamnya. Peralatan dan perangkat lain yang diperlukan untuk *Plant Factory* adalah AC, kipas sirkulasi udara, unit pasokan CO<sub>2</sub> dan nutrisi, serta unit kontrol lingkungan. Penumpukan rak kultur secara vertikal tersebut dilakukan karena dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan. *Light Emitting Diode* (LED) digunakan dalam sistem *Plant Factory* sebagai pencahayaan dengan menyamakan kombinasi dari cahaya berwarna biru, merah, dan putih yang menggantikan ultraviolet dari sinar matahari. Sedangkan LED digunakan pada *Plant Factory* karena ukurannya yang ringkas, suhu permukaan lampu rendah, efisiensi penggunaan cahaya tinggi, dan spektrum cahaya yang luas (Kozai, 2013).

Adanya *Plant Factory* ini bukan menggantikan fungsi rumah kaca konvensional atau lapangan terbuka. Sebaliknya, hadirnya *Plant Factory* merupakan bagian dari pesatnya perkembangan di bidang tanaman dan telah menciptakan peluang baru yang baik, terutama dalam kemajuan riset teknologi pertanian maupun dalam bidang bisnis pertanian. Saat menanam tanaman di lapangan terbuka, hasil dan kualitasnya tunduk pada kondisi cuaca, serta iklim lingkungan (Kozai, 2013). Pada produksi rumah kaca itu sendiri, terbilang tidak hemat energi. Hal ini dikarenakan lampu sebagai pencahayaan tidak diatur. Intensitas cahaya matahari seringkali terlalu rendah pada waktu pagi, sore, dan malam hari, sedangkan pada hari-hari berawan dan hujan serta saat siang hari, suhu dapat menjadi terlalu tinggi. Seperti yang telah diketahui bersama bahwa suhu dan kelembaban relatif di dalam rumah kaca sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, dan dengan demikian sulit untuk mengoptimalkan lingkungan rumah kaca.



Gambar 1. Alur Masalah pada *Agriculture*

Ruang kultur telah dibangun pada tahun pertama dari buku ini. selain itu, sistem yang digunakan sebagai metode rak kulturnya adalah sistem hidroponik *Deep Water*. Untuk proses penyemaian bibitnya menggunakan dua (2) buah rak kultur dan sistem irigasi tetes untuk beberapa tanaman jenis umbi-umbian. Media tanam yang digunakan adalah *vermiculite*. Sistem kontrol pun sudah diaplikasikan yaitu dengan sistem kontrol pencahayaan, yakni menggunakan UV LED serta sistem kontrol kelembaban dan suhu ruangan serta generator CO<sub>2</sub>. Jenis tanaman yang ditanam adalah tanaman sayuran berdaun dan umbi-umbian seperti wortel mini. Dua jenis tanaman tersebut dipilih dikarenakan kedua tanaman ini memiliki prasyarat tumbuh yang memiliki kemiripan. Untuk tahap awal ini, pengamatan yang dilakukan masih semi manual pada pengaturan media hidroponik, yaitu dalam pengaturan EC (*Electricity Conductivity*) dan pH air. Hal ini disebabkan oleh belum disusunnya sistem kontrol terdistribusi, sehingga memungkinkan otomatisasi secara penuh dalam pengaturan air, kelembaban, maupun CO<sub>2</sub>.

#### **A. Plant Factory**

*Plant Factory* adalah tempat di mana sayuran berdaun dibudidayakan sampai panen dalam sistem tertutup dengan pencahayaan buatan. *Plant Factory* telah dikembangkan dan diterapkan di Jepang sejak tahun 1980-an. Sejak tahun 1990-an, produk dari pabrik ini dievaluasi oleh industri jasa makanan, terutama industri jasa makanan yang mereka tawarkan. Pada tahun 2000-an, m<sup>72</sup>akukan pembibitan buah dan sayuran serta tanaman bunga hias (Chun dan Kozai, 2002; Kozai dan Chun, 2002; Kozai et al., 2004, 2006). Sejak akhir tahun 2000-an, teknologi yang digunakan tersebut dikenalkan ke seluruh dunia, terutama ke negara-negara Asia. Selain itu, pabrik tanaman juga menyediakan sistem budidaya yang baik untuk produksi tanaman obat dan tanaman rekayasa genetika (GM) serta untuk penggunaan farmasi (Goto, 2011). Karakter yang membedakannya dengan pabrik-pabrik tanaman lainnya meliputi pencahayaan buatan, rak kultivar multilayer, dan pendingin ruangan.

Lapisan kultivar multilayer diperkenalkan pada tahun 2000-an dengan mengganti lampu pelepasan intensitas tinggi dengan lampu neon frekuensi tinggi yang mengeluarkan cahaya inframerah dalam jumlah rendah dan

memiliki efisiensi konversi daya listrik yang tinggi menjadi daya cahaya (Goto, 2011).

*Light Emitting Diodes (LED)* diperkenalkan ke pabrik-pabrik di tahun 2000-an sebagai sumber cahaya yang lebih efisien. Dengan adanya LED diharapkan dapat mengurangi biaya penerangan dan pendinginan listrik karena memiliki efisiensi konversi tenaga listrik yang lebih tinggi menjadi daya cahaya dan memberikan beban pendinginan lebih rendah daripada sumber cahaya konvensional. Selanjutnya, lebih mudah memanipulasi distribusi spektral LED menjadi 38 morfologi pembungaan dan morfologi daun. Selain itu, LED (terutama lampu biru dan sinar ultraviolet [UV]) dapat meningkatkan konsentrasi *phytochemical* fungsional pada daun.

Lebih banyak lagi tulisan tentang tanaman dibutuhkan untuk mengambil pendekatan rekayasa dan pendekatan fisiologis tanaman, yakni di bidang pembuatan sistem pencahayaan LED yang optimal, promosi fotosintesis, pengendalian ekspresi gen, fotomorphogenesis, dan sintesis. Seperti tulisan tentang Metabolit sekunder. Buku ini meninjau status pencapaian terbaru, terutama tentang produksi tanaman di pabrik-pabrik dengan pencahayaan buatan dan memperkenalkan topik mengenai tanaman yang terkait dengan pemanfaatan LED (Goto, 2011).

## **B. Hidroponik**

Hidroponik berasal dari kata "hydro" berarti "air" dan "pono" berarti "persalinan". Namun pada dasarnya, hidroponik berarti air bekerja. Banyak peradaban yang berbeda telah menggunakan teknik pertumbuhan hidroponik di sepanjang sejarah. Seperti yang tercantum dalam *Hydroponic Food Production* (Fifth Edition, Woodbridge Press, 1997) oleh Howard M. Resh: "Taman gantung di Babel, taman terapung di Aztec Meksiko, dan bagian China adalah contoh 'Hidroponik' Budaya. Rekaman hieroglif Mesir yang berasal dari beberapa ratus tahun silam menggambarkan pertumbuhan tanaman di air. Hidroponik bukanlah metode baru untuk menanam tanaman (Albright, 1996).

Namun, langkah ini telah dilakukan selama bertahun-tahun di bidang pertanian yang inovatif. Sepanjang abad yang lalu, para ilmuwan dan ahli

hortikultura bereksperimen dengan berbagai metode hidroponik. Salah satu aplikasi potensial hidroponik yang mendorong penulisan buku ini adalah untuk menghasilkan produk segar di wilayah yang tidak dapat dibandingkan di dunia. Ini adalah fakta sederhana bahwa beberapa orang tidak dapat tumbuh di tanah di daerah mereka (jika bahkan ada tanah sama sekali). Aplikasi hidroponik ini diuji selama Perang Dunia II. Pasokan yang ditempatkan di pulau-pulau yang tidak dapat dimakan di Pasifik dipasok dengan produk segar yang ditanam di sistem hidroponik lokal. Belakangan di abad ini, hidroponik diintegrasikan ke dalam program luar angkasa. Hal tersebut sejalan dengan NASA yang mempertimbangkan <sup>92</sup>praktisan untuk menemukan masyarakat lain atau bulan dan bumi, hidroponik mudah masuk ke dalam rencana keberlanjutan mereka. Buku ini sedang berlangsung (Albright, 1996). Beberapa manfaat dari hidroponik meliputi:

1. Mampu menghasilkan hasil panen lebih tinggi daripada pertanian tradisional berbasis tanah.
2. Membiarkan makanan tumbuh dan dikonsumsi di daerah-daerah di dunia yang tidak dapat mendukung tanaman pangan di dalam tanah.
3. Menghilangkan <sup>62</sup>kebutuhan akan penggunaan pestisida secara <sup>62</sup>sar-besaran (mengingat sebagian besar hama hidup di dalam tanah), <sup>62</sup>secara efektif membuat udara, air, tanah, dan makanan bersih petani komersial berkelompok untuk hidroponik tidak seperti sebelumnya.

Cita-cita seputar teknik tumbuh ini menyentuh pokok bahasan yang banyak orang butuhkan, seperti membantu mengatasi kelaparan dunia dan membuat dunia menjadi lebih bersih. Selain buku ekstensif yang sedang berlangsung, dalam kesehariannya, orang-orang dari seluruh dunia telah membangun (atau membeli) sistem mereka sendiri untuk menumbuhkan makanan segar dan lezat untuk keluarga dan teman mereka. Para intelektual menyadari aplikasi menakutkan yang dimiliki hidroponik di kelas. Dan individu yang ambisius berusaha mewujudkan mimpinya dengan mencari penghasilan di rumah kaca belakang rumah mereka, menjual hasil panen mereka ke pasar lokal dan restoran. Berikut ini beberapa jenis hidroponik yang umum digunakan:

### 1. *Nutrient Film Technique*

Bentuk puritan dari sistem pertumbuhan hidroponik yang dikembangkan saat ini adalah *Nutrient Film Technique* (NFT). Ini juga merupakan bentuk hidroponik yang paling menarik bagi masyarakat karena sifat dan penampilannya yang futuristik. Nutrisi dimasukkan ke dalam *growtubes* di mana akar akan menariknya ke atas. Kelebihan saluran pembuangan dengan gravitasi kembali ke reservoir. Film tipis nutrisi memungkinkan akar memiliki kontak konstan dengan nutrisi dan lapisan udara di atas pada saat bersamaan (Both et al, 1998).

### 2. *Drip-Irigasi* atau *Irigasi Mikro*

Sistem irigasi rumah kaca hari ini digunakan sampai batas yang semakin meningkat, konsep tetesan atau *microirrigation*. Ini memerlukan prinsip konsumsi air yang diminimalkan dengan manfaat tanaman secara maksimal. Ada ratusan pemancar / tetesan / penyemprotan mikro / dan lainnya. Perangkat yang ada di pasaran saat ini untuk penanam komersial / *hobbyist* yang bisa dipilih. Pompa *submersed* memberi umpan nutrisi melalui tabung tatap ke jalur umpan skunder yang terhubung ke *emitter* tetes. Sejumlah larutan yang terkontrol terus-menerus diteteskan melalui media dan sistem akar. Tabung lain terhubung ke bagian bawah sistem kebun untuk memulihkan solusinya (Both et al, 1998).

### 3. *Ebb & Flow*

Sistem *ebb & flow* mirip dengan N.F.T. Sistem. Mereka ideal untuk beberapa tanaman per kaki persegi tumbuh dimana inspeksi tanaman individu sulit dilakukan. Mereka juga sangat populer dijadikan sebagai tabel propagasi. Baki yang tumbuh plastik dibanjiri secara berkala oleh pompa *submersed* yang terhubung ke timer digital. Sistem sedang dan akar direndam, kemudian dikeringkan (melalui gravitasi kembali melalui pompa) pada interval tertentu.

Berbagai media dapat digunakan, salah satunya adalah *Rockwool*, yang mana paling populer dengan sistem *ebb & flow*. Baki *Ebb & Flow* adalah contoh sistem *ebb & flow* (Both et al, 1998).

## C. Media Hidroponik

Tanaman membutuhkan 16 unsur penting. Karbon, hidrogen, dan oksigen berasal dari atmosfer dan air tanah. Sisa 13 elemen penting (nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, belerang, besi, seng, mangan, tembaga, boron, molibdenum, dan klorin) dipasok dari mineral tanah dan bahan organik tanah atau oleh pupuk organik atau anorganik. Agar tanaman memanfaatkan nutrisi ini secara efisien, ringan, panas, dan air harus dipasok secara memadai.

Praktik budaya dan pengendalian penyakit dan serangga juga memainkan peran penting dalam produksi tanaman pangan. Setiap jenis tanaman itu unik dan memiliki tingkat gizi optimal serta tingkat kebutuhan minimum. Di bawah tingkat minimum ini, tanaman mulai menunjukkan gejala kekurangan gizi. Serapan hara yang berlebihan juga dapat menyebabkan pertumbuhan yang buruk karena toksisitas. Karena itu, jumlah aplikasi dan penempatan nutrisi yang tepat itu penting.

Uji jaringan tanah dan tumbuhan telah dikembangkan untuk menilai kandungan gizi dari tanah dan tanaman. Dengan menganalisis informasi ini, ilmuwan tanaman dapat menentukan kebutuhan nutrisi tanaman tertentu di tanah tertentu. Selain tingkat ketersediaan nutrisi tanaman di tanah, pH tanah berperan penting dalam ketersediaan unsur hara dan toksisitas unsur. Hal ini menjelaskan nutrisi penting, bentuk kimia yang tersedia bagi tanaman, fungsinya pada tanaman, gejala kekurangannya, dan merekomendasikan tingkat hara pada jaringan tanaman tanaman terpilih (Roberto, 2004).

## D. Sistem Kontrol

### 1. Gravity Sensor

Gravity sensor series adalah toolkit elektronik open-source, modular, plug and play berkualitas tinggi untuk berbagai jenis pengguna dalam menciptakan sesuatu dengan mudah. Dengan piranti ekspansi yang kuat, berbagai modul fungsional profesional dengan antarmuka standar dan dokumentasi yang jelas, Gravity Series memungkinkan pengguna dari setiap tingkat keterampilan untuk dengan mudah menghubungkan dan mencampur untuk mewujudkan ide atau mengembangkan proyek. Dasar dari Gravity sensor series adalah brand

*sensor* yang dibuat oleh DFRobot, yang pertama kali diperkenalkan tahun 2008. *Sensor series* ini adalah seri khusus yang dibuat oleh DFRobot untuk analog sensor untuk kebutuhan khusus. Seri ini berkembang untuk kebutuhan khusus seperti sensor lingkungan I2C BME680 Environmental Sensor (VOC, Temperature, Humidity, Barometer) SKU: SEN0248, sensor Analog Spear Tip pH Sensor / Meter Kit, Analog CH4 Gas Sensor (MQ4) For Arduino, dan lain-lain. Sensor ini memiliki durabilitas yang tinggi untuk dipakai dalam waktu lama, lingkungan yang ekstrim.

## 2. *Development Board*

*Development board* yang digunakan dalam membangun sistem *Plant Factory* adalah Arduino dan Raspberry pi. Arduino digunakan sebagai sistem yang mengelola sensor-sensor yang terpasang di perangkat pengontrolan ruang kultur. Arduino mengelola seluruh modul yang terpasang dalam membentuk atmosfer buatan dalam ruang kultur, yang terbagi menjadi: Modul CO2 yang menggunakan *sensor gravity* jenis I2C BME680 Environmental yang digabungkan dengan sensor Analog CO2 Gas Sensor (MQ5) yang mengatur asupan CO2 ke ruang kultur. Modul kelembaban menggunakan sensor Analog LM35 Temperature Sensor dan data dari modul sensor I2C BME680 Environmental yang mengelola pompa air dan *mist sprinkler* untuk menghasilkan kabut dalam ruang kultur yang menghasilkan kelembaban.

95

## E. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

### 1. Rak Kultur

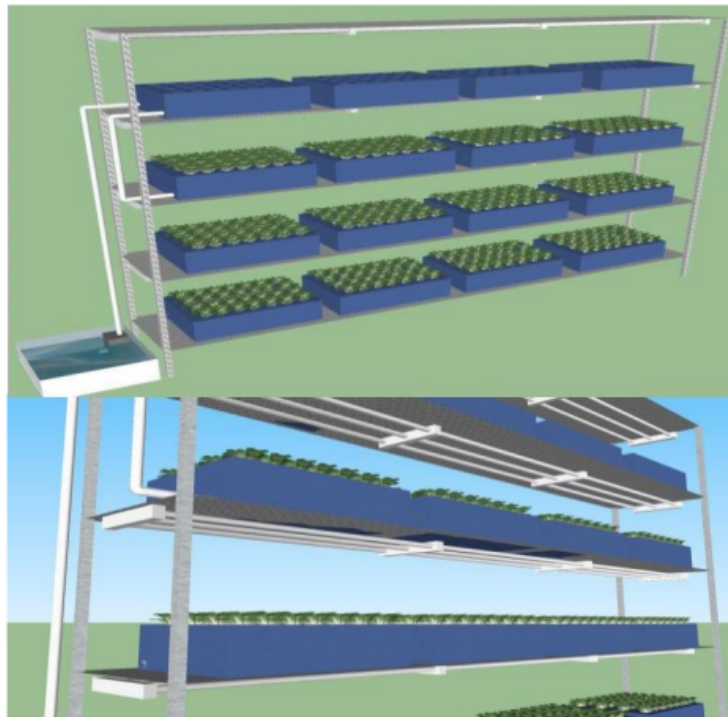
Rak kultur menggunakan metode hidroponik *ebb dan flow*. Dengan rincian peralatan 1 rak kultur sebagai berikut.



Tabel 1. Rincian Peralatan Rak Kultur

No.	Nama alat	Jumlah
1.	Rak besi 4 tingkat	1 unit
2.	Bak kultur <i>ebb dan flow</i> , 4 bak/rak	16 unit
3.	Grow LED, 20 LED/rak	80 unit
4.	Bak penampung air dan nutrisi (inlet dan outlet)	2 unit
5.	Pompa	1 unit

Rak kultur dibuat dengan bahan besi galvanis yang tahan dengan udara lembab dan basah. Dengan desain 4 rak seperti gambar berikut ini.



Gambar 2. Desain Rak Kultur *Plant Factory*

## 2. Pembibitan

Pembibitan dilakukan dengan metode langsung/ tetap dengan media tanam *rockwool*. Bibit direndam terlebih dahulu dengan cairan

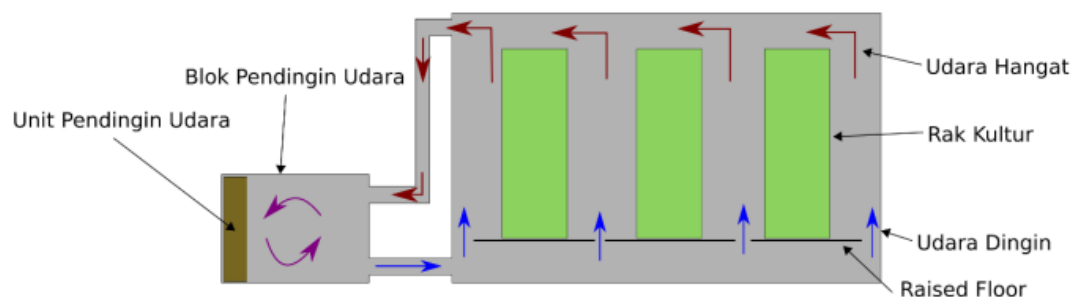
ZPT selama lebih kurang 24 jam, hingga bibit mulai nampak pecah. Kemudian media *rockwool* disiapkan dengan memotong seukuran  $\pm 5 - 6$  cm kemudian direndam hingga basah dan diberikan lubang-lubang di bagian tengahnya. Setelah itu, bibit yang sudah direndam dimasukkan ke dalam *rockwool* sebanyak 2 bibit per lubang. 1 nampan terdiri dari  $\pm 40$  bibit, nampan bibit untuk kemudian ditaruh di rak pembibitan dalam ruang kultur hingga berumur 15 hari atau sudah mencapai tinggi 5 – 6 cm.

Bibit yang digunakan adalah bibit yang sudah muncul daun sejatinya, bibit yang kutilang untuk kemudian ditanam dalam *polybag* di luar ruangan sebagai tanaman kontrol.

### 3. Sistem Pendingin dan Sirkulasi Udara

Ruang kultur harus diatur suhu udaranya menggunakan unit pendingin udara (AC) dan *thermostat digital*, sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pendingin udara dipasang sedemikian rupa agar angin berhembus searah dengan arah sirkulasi udara. Pendingin udara yang dipasang berukuran  $\frac{1}{88}$  PK untuk ruangan seukuran *shipping container* berukuran panjang 4,5 m, lebar 3,8 m dan tinggi 2,4 m (volume 41.04 m<sup>3</sup>). AC dipasang sebanyak 1 buah dari perencanaan 2 unit AC.

Pada tahun pertama ini, sistem dalam kondisi 60% pembuatan HVAC. Di mana AC dikontrol dengan menggunakan timer, dan generator CO2 masih menjadi modul terpisah dalam pengontrolannya. Selang pengatur udara dibuat satu arah, sehingga masih ada beberapa bagian sisi ruang yang mendapatkan suhu lebih dingin dari sisi ruang lainnya.



Gambar 3. Sistem Alir Pendingin Ruang Kultur *Plant Factory*

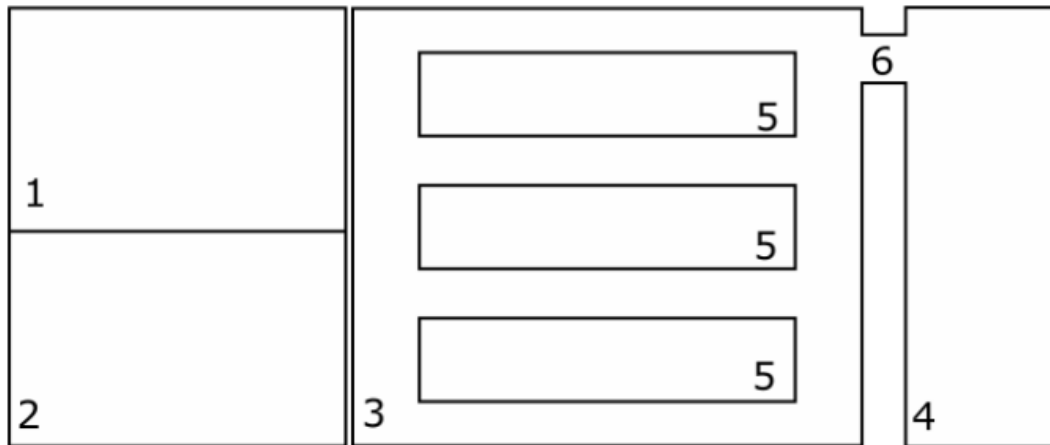
#### 4. Sistem Kontrol

Pada *Plant Factory*, hampir semua parameter pertumbuhan tanaman dikontrol menggunakan sistem kontrol baik secara otomatis maupun manual. Untuk mendapatkan unit *Plant Factory* berukuran kecil dan berbiaya rendah, sistem kontrol yang digunakan memiliki kriteria handal, hemat energi, serta murah. Salah satu cara dalam mencapai hal ini adalah dengan memanfaatkan teknologi yang bersifat terbuka (*open source*).

#### 5. Manajemen Energi

*Plant Factory* sangat bergantung pada energi listrik, yang digunakan untuk menghidupkan lampu LED sebagai sumber cahaya bagi tanaman, pendingin udara, dan pengatur sirkulasi (fan), sistem kontrol, serta perangkat listrik lainnya yang digunakan, misalnya pompa air, penerangan umum, lengan robotik, dan lain-lain. Dengan banyaknya penggunaan energi listrik, maka perlu diupayakan manajemen energi yang baik agar tidak terjadi pemborosan energi dan dapat mencapai salah satu prinsip produksi/operasi dari *Plant Factory*. Beberapa pertimbangan dalam penggunaan energi antara lain; Menggunakan perangkat hemat energi seperti lampu LED, AC dengan *inverter* hemat daya dan sebagainya.

Melakukan pengaturan penggunaan energi listrik sedemikian rupa, sehingga perangkat-perangkat yang menggunakan energi listrik hanya menyala ketika dibutuhkan saja. Menggunakan sumber energi terbarukan sebagai salah satu alternatif sumber tenaga listrik seperti energi sinar matahari atau sumberdaya angin. Menggunakan penampung listrik sementara dengan efisiensi tinggi seperti baterai jenis *lithium-ion* atau *lithium-polymer*. Sebisa mungkin menjaga suhu perangkat-perangkat dalam kondisi optimal, tidak terlalu dingin dan tidak terlalu panas. Mengatur penggunaan unit pendingin udara dengan interval tertentu, sehingga unit pendingin udara tidak menyala 24 jam tanpa henti.



Gambar 4. Tata Ruang *Plant Factory*

Keterangan:

1. Ruang Persiapan
2. Ruang Kontrol
3. Ruang Kultur
4. Ruang Pendingin
5. Rak Kultur
6. Saluran Udara

#### **F. Pembangunan Ruang Kultur**

Ruang kultur dibangun pada lahan  $5 \text{ m}^2$  di laboratorium praktikum fisika tanah. Dengan memakai salah satu ruang labor sebagai tempat penyimpanan *stock* dan peralatan, juga sekaligus sebagai ruang pertemuan rutin. Berikut ini beberapa dokumentasi dari proses yang dilaksanakan sejak awal tahun 2018:

1. Pembangunan ruang kultur terisolasi dengan ukuran  $2,8 \text{ m} \times 2,8 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  dengan dilapisi dengan bahan peredam kalor 2 layer setebal 8 mm.



Gambar 5. Pembangunan Ruang Kultur di Lahan R 53 Prodi. Tata Air Pertanian



Gambar 6. Pembangunan Ruang Kultur dan Rancangan Desain Ruang dengan Dua Area Masuk



Gambar 7. Proses Pelapisan Sambungan Dinding GRC dengan Silicon, Pembuatan Instalasi Listrik dan Pengecatan Tahap 1 Dinding dengan Cat Watter Proof



Gambar 8. Pemasangan AC dan Proses Pelapisan Dinding dengan Bahan Pelapis Khusus untuk Menahan Kalor



Gambar 9. Persiapan Media Tanam, Pengecekan Peralatan Penunjang Hidroponik dan Bibit yang Dibeli



Gambar 10. Proses Pembuatan Instalasi Hidroponik, Pengecekan Aliran Air, dan Penghitungan Volume Air dalam Satu Instalasi



Gambar 11. Proses Aplikasi Peralatan Lampu UV pada Rak Hidroponik DWC, Pengujian Perangkat dan Pengecekan Akhir Perangkat Pencahayaan Keseluruhan

## 2. Pembibitan *Microgreen*



Gambar 12. Proses Tahap Awal Produksi dengan Penanaman *Microgreen* di Suhu 20<sup>0</sup>- 25<sup>0</sup> dengan Media Awal Arang Sekam. Dan telah Dihasilkan Uji Lab. *Microgreen*

Protap (prosedur tetap) harus ditekankan pada setiap anggota yang melakukan perawatan harian maupun penanggung jawab pencatatan data pengamatan harian. Kelalaian yang sering terjadi mengakibatkan terlambatnya proses pengumpulan data dan terganggunya jadwal yang telah direncanakan di awal kegiatan. Hal ini menjadi catatan penting bagi tim penulis untuk kemudian hari agar lebih selektif dalam penanganan dan menjalankan prosedur yang telah dibuat.



## **BAB II**

### **PEMANFAATAN UV LED**

### **UNTUK HIDROPONIK *INDOOR***

3

Sinar matahari merupakan kebutuhan yang essential bagi tanaman agar dapat melakukan proses fotosintesis dengan baik. Namun seiring terjadinya perubahan iklim sekarang ini, keadaan cuaca menjadi tidak teratur dan sulit diprediksi. Sehingga cahaya matahari yang diperlukan oleh tanaman tidak dapat diperoleh dengan baik. Akibatnya tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik, sehingga menyebabkan gagal panen dan pada akhirnya hal tersebut akan mempengaruhi produksi dari tanaman itu sendiri. Oleh karena itu, diperlukan sebuah teknologi yang dapat menggantikan cahaya matahari dengan cahaya buatan, sehingga tanaman dapat memperoleh cahaya dengan baik dan dapat melakukan proses fotosintesis dengan baik, meskipun keadaan cuaca sedang tidak baik.

Penggunaan lampu *Light Emitting Diode* (LED) penumbuh tanaman merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menggantikan cahaya matahari dengan cahaya buatan. Lampu LED untuk pertumbuhan tanaman ditemukan pertama kali oleh perusahaan Solar Oasis pada tahun 2002. Sebelumnya, lampu-lampu LED hanya diproduksi untuk menghasilkan cahaya putih saja, namun kini warna cahaya LED sangat beraneka dan masing-masing memiliki panjang gelombang sendiri serta fungsi yang bermacam-macam. Salah satunya adalah sebagai penghasil cahaya buatan untuk menggantikan cahaya matahari pada tanaman.

Lampu LED merupakan sumber pengganti cahaya matahari untuk tanaman budidaya di dalam ruangan terisolasi di mana cahaya lampu LED digunakan untuk fotosintesis tanaman, sehingga kebutuhan cahaya bagi tanaman dapat terpenuhi (Restiani, 2015).

14

Klorofil menerima sinar pada panjang gelombang berkisar 700 – 400  $\mu\text{m}$ , sehingga cahaya buatan harus memancarkan panjang gelombang ini karena berpengaruh pada proses fotosintesis. LED (*Light Emitting Diode*)

dapat memancarkan warna cahaya yang dapat mempercepat proses fotosintesis pada tanaman, selain itu memiliki beberapa keuntungan di antaranya spektrum cahaya yang kecil, produksi panas yang sedikit, konsumsi daya yang rendah, dan mengeluarkan panjang gelombang yang dibutuhkan tanaman yaitu berkisar 660  $\mu\text{m}$  dan 450  $\mu\text{m}$  (Kobayashi, 2012).

Lampu LED penumbuh tanaman merupakan benda yang sangat tepat untuk membantu pertumbuhan tanaman. Sejak pagi hingga sore hari tanaman mengandalkan cahaya matahari sebagai sumber cahayanya, sedangkan pada malam hari atau pada saat cuaca sedang tidak baik tanaman dapat memperoleh penyinaran cahaya buatan dari lampu LED penumbuh tanaman. Dengan proses fotosintesis yang baik, tanaman dapat tumbuh dengan baik. Agar tanaman dapat tumbuh dengan baik, tanaman sebaiknya disinari oleh cahaya matahari atau dengan cahaya buatan dari lampu LED penumbuh tanaman dengan lama penyinaran tidak lebih dari 14 – 16 jam setiap harinya.

### A. Ruang Lingkup Tanaman Hidroponik

Hidroponik atau *hydroponics* berasal dari Bahasa Latin (Greek), yaitu *hydro* yang berarti air dan *phonos* yang berarti kerja, sehingga hidroponik disebut dengan air yang bekerja. Hidroponik adalah aktivitas pertanian yang dijalankan menggunakan air sebagai medium untuk menggantikan tanah. Jadi, hidroponik dapat diartikan sebagai suatu pekerjaan atau pengelolaan air sebagai media tanam dan mengambil unsur hara mineral yang dibutuhkan dari larutan nutrisi yang dilarutkan dalam air.

Hidroponik adalah teknik penanaman dengan media tanam non tanah, bisa juga berupa kerikil, pasir kasar, atau sabut kelapa yang mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman, hidroponik ini disebut dengan hidroponik substrat (Lingga Pinus, 2000). Dalam budidaya hidroponik banyak memiliki berbagai jenis tipe cara bercocok tanam hidroponik seperti: hidroponik *Nutrien Film Technique* (NFT), Aeroponik, *wick system* (sistem sumbu), *Deep Flow Techniqu* (DFT) dan *Deep Watter Cultur* (DWC)/ Rakit Apung (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2010).

## 1. Jenis-Jenis Hidroponik

### a. Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technigue*)

Hidroponik NFT merupakan tipe hidroponik yang tidak menggunakan substrat melainkan hanya menggunakan *nutrient* atau disebut juga aliran air tipis. Sistem hidroponik ini berada dalam rumah kaca. Tipe hidroponik ini digunakan untuk menanam tanaman rendah seperti, pakcoy, bayam, caysim, kangkung (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2015).

### b. Sistem Fertigasi (*Fertilizer + Drip Irrigation*)

Sistem fertigasi merupakan sistem yang paling banyak digunakan di dunia pertanian, tanaman disiram dengan cara meneteskan air. Tidak hanya air yang diteteskan melainkan di dalam tabung larutan tersebut sudah dicampurkan dengan dengan nutrisi (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2015).

### c. Aeroponik

Aeroponik adalah tipe hidroponik yang memiliki prinsip kerja menyemburkan larutan hara dalam bentuk kabut hingga mengenai akar tanaman. Tipe *aeroponik* ini ditanam dengan cara di gantung sehingga akar tanaman bergantung di dalam bak di mana pangkal batang tanaman dimasukkan ke dalam *syterofom* yang dilubangi (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2015).

### d. Wick System (Sistem Sumbu)

*Wick System* adalah tipe hidroponik yang cara kerjanya hampir sama dengan sumbu kompor, di mana akar menyerap nutrisi dari bak penampungan dengan bantuan sumbu. Gaya ini memanfaatkan gaya kapilaritas pada sumbu untuk mengantarkan air dan nutrisi ke akar tanaman sehingga akar dapat menyerap unsur hara yang disediakan (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2015).

### e. Deep Flow Techniqu (DFT)

DFT adalah teknik penanaman hidroponik secara bertingkat. Instalasi DFT ini bermacam-macam bentuk seperti: DFT bertingkat, DFT zigzag, dan DFT mini (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2015).

f. *Deep Water Cultur* (DWC)/ Rakit Apung

*Deep Water Cultur* adalah menanam tanaman dengan cara diapungkan di permukaan air, sehingga akar tanaman akan menjuntai ke dalam air. Maka digunakan *styrofoam* sebagai tempat penyangga tanaman supaya tidak masuk ke dalam larutan nutrisi hidroponik. *Syterofom* ini dilubangkan sebesar  $\frac{3}{4}$  inci sebagai tempat tumbuh tanaman. Cara kerja tipe *Deep Water Cultur* ini adalah dengan menggantung tanaman pada *syterofom* yang dilubangi sehingga akar tanaman terendam ke dalam air yang bercampur dengan nutrisi dan diberikan oksigen terlarut dengan menggunakan *aerator* atau disebut juga dengan mesin udara meniupkan udara ke dalam air untuk memperkaya oksigen terlarut. *Dissolved Oxygen* (DO) merupakan oksigen terlarut yang dapat meningkatkan konsentrasi oksigen pada akar tanaman dalam media hara hidroponik, sehingga dapat merangsang respirasi akar tanaman. Proses respirasi akar optimal akan menghasilkan energi akar yang digunakan untuk menyerap nutrisi pada hidroponik secara maksimal (Yos Sutiyoso, 2004).

2. EC

*Elektro konduktivitas* merupakan faktor yang wajib diperhatikan dalam pemberian nutrisi hidroponik. *Elektro konduktivitas* (EC) atau aliran listrik dalam air digunakan untuk mengetahui cocok tidaknya larutan nutrisi untuk tanaman, karena kualitas nutrisi sangat bergantung pada keberhasilan produksi, sedangkan kualitas nutrisi ataupun pupuk tergantung pada konsentrasinya. Jika nilai EC tinggi akan menyebabkan tanaman tidak dapat menyerap unsur hara karena konsentrasi garamnya yang tinggi tidak dapat akar tanaman menyerap air nutrisi (Wijayani dan Widodo, 2005).

3. pH

PH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasahan yang dimiliki suatu larutan. Maka dapat didefinisikan sebagai logaritma aktivitas ion hidrogen ( $H^+$ ) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis.

Skala pH bukanlah skala absolut, ia bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang PH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional (Eko Ihsanto, 2014).

#### 4. **Pencahayaan atau Penyinaran Tanaman Pakcoy**

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memanipulasi cahaya matahari adalah dengan menggunakan lampu LED atau *Growing Light*. Kualitas cahaya sangat penting ketika menggunakan cahaya buatan untuk tumbuh tanaman pakcoy. Lampu LED dapat memancarkan warna cahaya yang dapat mempercepat proses fotosintesis. Klorofil dapat menyerap panjang gelombang merah (600-700 nm) sampai biru (400-500 nm), sehingga lampu yang dirancang untuk pertumbuhan tanaman harus memancarkan gelombang ini (Poincelot, 1980).

#### 5. **Jenis-Jenis *Growth Led* dan Intensitas Pencahayaannya**

Menurut Armynah dkk., (2013) terdapat beberapa jenis *growth led* dan intensitas pencahayaannya, di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. Lampu neon menghasilkan panjang 351,4 nm – 698,2 nm. Lampu neon berwarna putih dapat menghasilkan panen yang lebih tinggi untuk tanaman pakcoy (Armynah dkk., 2013).
- b. Lampu pijar. Lampu pijar tersebut menambahkan sedikit campuran sehingga membentuk warna yang diperlukan untuk menumbuhkan tanaman. Lampu-lampu ini kemudian disebut “lampu tanaman”.

#### 6. **Hidroponik dalam Ruangan (*Indoor*)**

Menurut Restiani R., dkk., (2015) *hidroponik indoor* biasa disebut juga hidroponik dalam ruangan yang memanfaatkan cahaya lampu sebagai pengganti cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Lampu yang digunakan adalah lampu jenis LED dengan daya 8 watt. Daya 8 watt bukanlah menjadi suatu acuan, bisa saja menggunakan watt yang lebih tinggi misalkan 20 watt, hanya tergantung bagaimana tempat budidaya, jangan sampai tanaman kekurangan cahaya. Lampu LED lebih unggul dibandingkan lampu lainnya, karena dapat memancarkan cahaya 8 kali lebih besar daripada lampu jenis lainnya. Hal ini memberi efek positif bagi tanaman karena dapat menaikkan hasil produksinya. Untuk pencahayaan hanya bisa menggunakan lampu jenis LED saja. Untuk

lampu pijar tidak dapat digunakan karena lampu pijar menghantarkan panas yang akan berpengaruh terhadap tanaman.

Kelebihan dan Kekurangan Hidroponik dalam ruangan (*indoor*), adalah sebagai berikut.

a. Kelebihan Hidroponik dalam Ruangan (*Indoor*)

- 1) Dapat dilakukan di dalam rumah atau ruangan.
- 2) Sebagai alternatif lahan yang sempit untuk berbudidaya.
- 3) Hasil produksi bertambah karena proses pencahayaan yang baik.

b. Kekurangan Hidroponik dalam Ruangan (*Indoor*)

Kekurangan Hidroponik dalam Ruangan (*Indoor*) yaitu jika jarak antara lampu dan tanaman tidak begitu tinggi, maka tanaman akan menyentuh lampu, karena pertumbuhan tanaman hidroponik *indoor* ini cepat, dan tanaman akan menyatu antara tanaman di bawah dan tanaman yang ada di atasnya.

## B. Ultraviolet LED

Teknologi hidroponik dilakukan di dalam *hidroponik indoor* guna untuk melindungi tanaman dari gangguan luar seperti, intensitas cahaya, angin kencang, hujan deras, radiasi matahari, dan kelembaban yang tinggi (Prihantoro dan Indriani, 1999). Sinar ultraviolet berlebihan dapat merusak dan menghambat pertumbuhan tanaman (Lingga, 2005). Cahaya ultraviolet (UV) mempunyai panjang gelombang berkisar antara 100 – 380 nm. Energi sinar matahari yang digunakan tumbuhan untuk fotosintesis ternyata hanya 0,5 sampai 2% dari jumlah energi sinar yang tersedia. Energi yang diberikan oleh sinar itu tergantung pada kualitas (Panjang gelombang), intensitas (banyak sinar per 1 cm<sup>2</sup> per detik dan lama waktu (Handoko, 2008). Manipulasi sinar matahari dalam hidroponik dapat dilakukan dengan menggunakan lampu. Budidaya dengan cara *hidroponik indoor* dengan menggunakan lampu sebagai sumber cahaya bagi tanaman, klorofil tanaman dapat menyerap dan memanfaatkan sinar pada panjang gelombang 700-400 nm. Menurut Kobayashi (2012), menyatakan bahwa sinar biru baik untuk mempertahankan proses vegetatif tanaman dan sinar merah baik untuk proses generatif. Menurut Morow (2008), *Light Emitting Diode (LED)* dapat

digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman karena tidak mengeluarkan suhu tinggi. Penyinaran Cahaya sangat penting bagi tanaman karena tanaman akan mengalami proses fotosintesis dengan bantuan cahaya, jika penyinaran cahaya tidak ada, maka tanaman tidak akan memiliki zat hijau daun. Waktu penyinaran tanaman hidroponik dilakukan dalam jangka waktu yang ditentukan, perhitungan waktu sesuai kebutuhan cahaya bagi tanaman per jam.

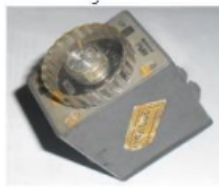
### C. *Timer*

Menurut Fides (1992), menambahkan cahaya buatan untuk menciptakan kondisi hari panjang di daerah khatulistiwa sekitar 3 – 4 jam dengan intensitas cahaya kisaran 32 – 108 lux. Sedangkan menurut Krofranet (1963), manipulasi panjang hari dapat dilakukan menggunakan cahaya dari sumber lampu pijar maupun lampu tabung. Masing-masing lampu memiliki karakteristik yang berbeda dari spektrum cahaya yang dihasilkan, sedangkan lampu LED selain cahaya yang cukup terang lampu ini relatif murah dan hemat energi. Lampu ini memiliki spektrum cahaya paling baik untuk tanaman berfotosintesis. *Timer* merupakan waktu yang dibutuhkan atau diperlukan untuk penyinaran pada tanaman dengan sistem *hidroponik indoor*.

#### 1. Jenis-Jenis *Timer*

##### a. TDR (*Timer Delay Relay*) 220 VAC

TDR (*Time Delay Relay*) sering disebut juga *relay timer* atau *relay penunda batas waktu* banyak digunakan dalam instalasi, terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. Fungsi *timer* AC 220V ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. *Timer* ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor, di mana kontaktor inilah yang nantinya menghubungkan beban dari *power inverter* dan beban dari PLN. Kumparan pada *timer* akan bekerja selama mendapat sumber arus. Apabila telah mencapai batas waktu yang diinginkan maka secara otomatis *timer* akan mengunci dan membuat kontak NO menjadi NC dan NC menjadi NO.



Gambar 13. *Timer* 220 VAC

b. <sup>1</sup> TDR (*Timer Delay Relay*) 24 VDC

Fungsi dari *timer delay relay* 24VDC ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. *Timer* DC ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari sumber tegangan yang digunakan untuk menghidupkan *power inverter*. Kumpanan pada *timer* akan bekerja selama mendapat sumber arus. Apabila telah mencapai batas waktu yang diinginkan maka secara otomatis *timer* akan mengunci dan membuat kontak NO menjadi NC dan NC menjadi NO.



Gambar 14. TDR 24 VDC

#### D. Larutan Nutrisi A dan B (AB MIX)

AB Mix adalah salah satu dari nutrisi yang digunakan untuk hidroponik. AB Mix adalah penggabungan dari unsur makro dan unsur mikro yang dibutuhkan oleh tanaman. Larutan nutrisi AB Mix ini dibagi menjadi dua, yaitu unsur makro (C, H, O, N, S, P, K, Ca, dan Mg) dan unsur mikro (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, dan Zn). Biasanya kualitas larutan nutrisi dapat diketahui dengan cara mengukur *electrical conductivity* pada larutan itu sendiri, di mana nutrisi A adalah penyedia dari unsur mikro dan B adalah penyedia dari unsur makro. Penggunaan dari nutrisi AB Mix ini yaitu dengan melarutkan nutrisi A dan nutrisi B masing-masing pada wadah yang berbeda,



dan dalam pengaplikasiannya terhadap tanaman dengan perbandingan 1:1 dan dilarutkan pada EC dan pH yang dibutuhkan.

Nutrisi AB Mix adalah pupuk yang telah diformulasikan khusus dari garam-garam mineral yang larut di dalam air. Mengandung unsur-unsur hara penting yang dibutuhkan tanaman. Nutrisi AB Mix sangat berpengaruh terhadap tinggi jumlah daun dan bobot tanaman (Wibawa, 2013).

#### E. Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L*)

Pakcoy (*Brassica rapa* Kelompok Chinensis; suku sawi-sawian atau *Brassicaceae*) merupakan jenis sayuran yang populer. Sayuran yang dikenal pula sebagai sawi sendok ini mudah dibudidayakan dan dapat dimakan segar (biasanya dilayukan dengan air panas). Pakcoy juga disebut sawi hijau karena fungsinya mirip, meskipun sawi sendok lebih kaku teksturnya serta ukurannya cenderung lebih kecil dan meroset (Anis Wahyuningsih, 2016).

Jenis sayuran ini mudah tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi. Bila ditanam pada suhu sejuk, tumbuhan ini akan cepat berbunga. Karena biasanya dipanen seluruh bagian tubuhnya. Sayuran ini biasanya digunakan dalam bahan sup atau penghias makanan (Siska Fajriani, 2016).

Potensial ion hidrogen (pH) berpengaruh penting terhadap larutan nutrisi yang menggunakan sistem hidroponik pada tanaman. Jika nilai PH tinggi maka yang akan terjadi, yaitu pengendapan unsur hara mikroskopis berupa klorin (Cl), dan jika nilai PH rendah maka yang akan terjadi yaitu daya larut unsur akan menurun dan daya serap unsur hara pada tanaman akan berkurang. pH larutan yang digunakan untuk tanaman pakcoy kisaran 6,5 – 6,8 kandungan larutan nutrisi mempengaruhi perubahan pH pada sistem hidroponik (Izzati, 2016). Angka kisaran pH setiap jenis tanaman dapat saja berbeda dengan yang dianjurkan dari beberapa literatur, namun demikian kisaran pH beberapa jenis sayuran dan buah terpilih yang tertera (Yos Sutiyoso, 2003).

#### F. Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam pelaksanaan praktikum adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Alat yang Digunakan dalam Pelaksanaan Praktikum

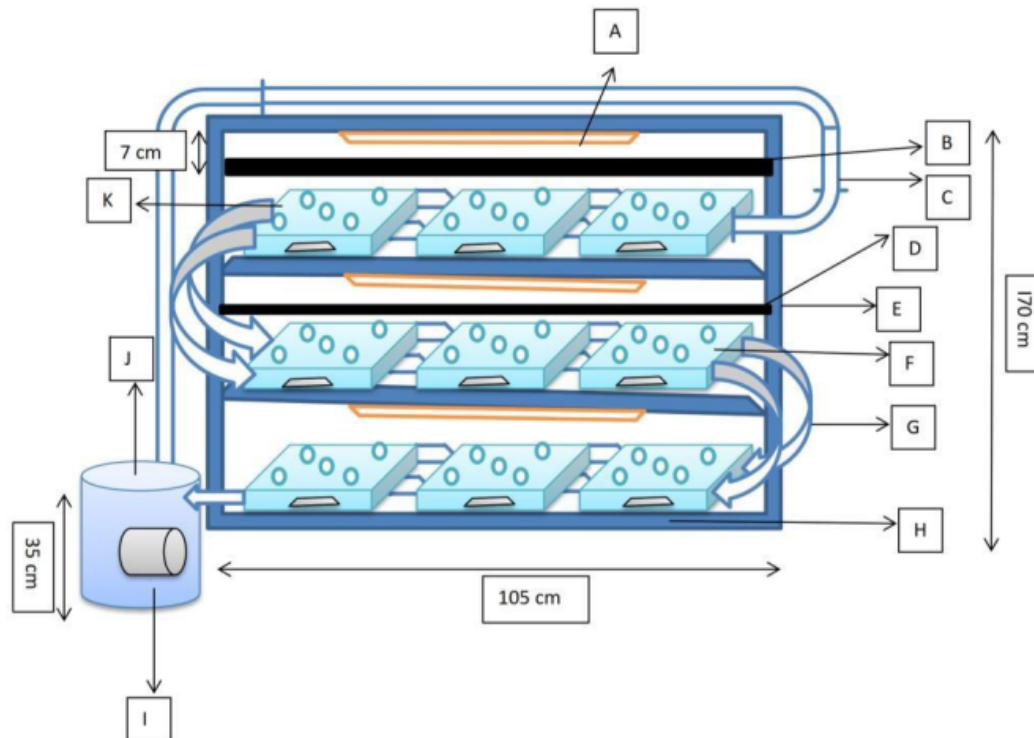
No.	Alat	Fungsi	Kebutuhan	Satuan
1	<i>Light Meter</i>	Mengukur cahaya	1	Buah
2	Paranet	Untuk membatasi cahaya pada tanaman	1	Buah
3	Pompa	Memompakan air	1	Buah
4	Rak Hidroponik	Tempat tanaman yang akan ditanam	1	Buah
5	Ember	Mengangkat air	1	Buah
6	Gelas Ukur	Menakar nutrisi yang akan diberikan	1	Buah
7	Rol	Mengukur tanaman	2	Buah
8	Nampan	Tempat pembibitan	1	Buah
9	Kamera/ HP	Pengambilan gambar kegiatan	1	Buah
10	Alat Tulis	Mencatat data pengamatan	1	Buah
11	Timbangan	Menimbang hasil panen	1	Buah
12	Batu Apung	Pemberi oksigen pada akar tanaman	18	Buah
13	Lampu UV	Untuk sumber cahaya bagi tanaman	24	Buah
15	<i>Timer</i>	Pengaturan waktu	1	Buah

1 Adapun bahan yang digunakan dalam pengerjaan praktikum ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 2. Bahan yang Digunakan dalam Praktikum**

<b>No</b>	<b>Bahan</b>	<b>Fungsi</b>	<b>Kebutuhan</b>	<b>Satuan</b>
1	Benih pakcoy	Tanaman hidroponik	1	Bungkus
3	A-Mix	Nutrisi hidroponik	10	Liter
4	B-Mix	Nutrisi hidroponik	10	Liter
5	Rockwool (5x5x5)	Media tanam	50	Cm
6	Net pot (5)	Wadah tanam	45	Buah
7	Styrofoam (39x25)	Penyangga wadah	9	Lembar
8	Wadah plastik ukuran 45x25x11	Media tanam	18	Buah
9	Pipa (1/2 “)	Untuk mengalirkan air	5	Batang
10	Air	Sebagai media tanam dan untuk larutan nutrisi	164	Liter
11	Meroke	Pupuk untuk membuat nutrisi AB-Mix	1	-

## G. Desain Alat



Gambar 15. Desain Rak Hidroponik Keseluruhan

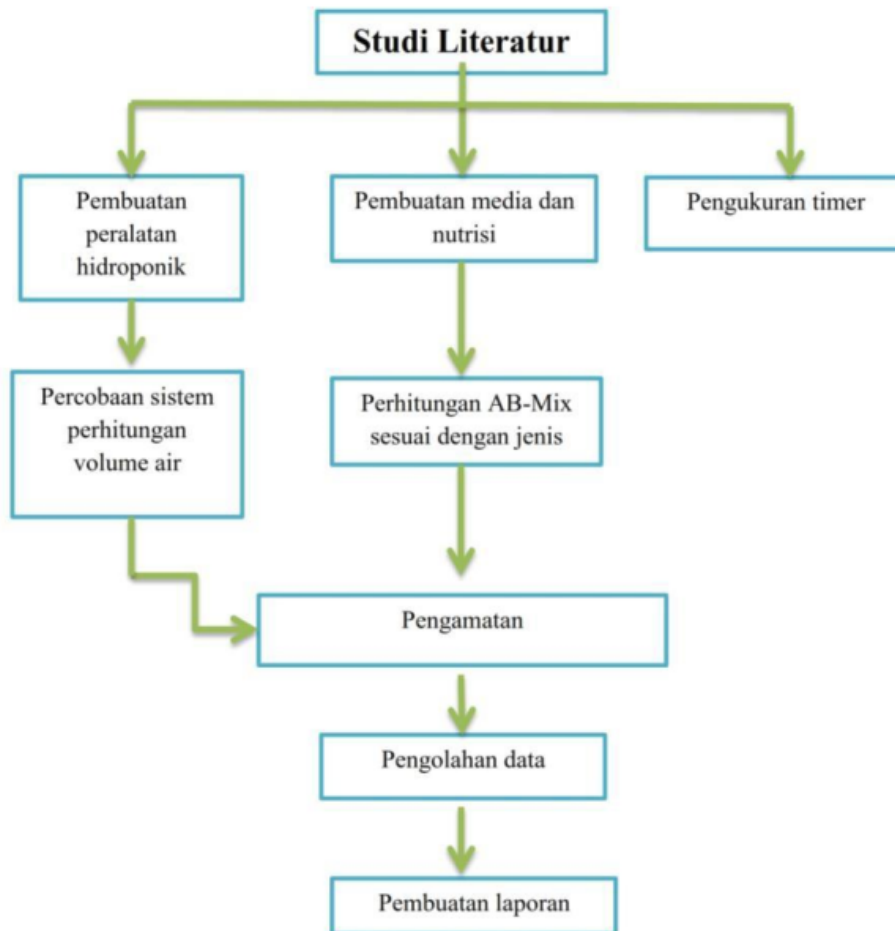
Keterangan dari desain rak hidroponik keseluruhan:

1. Lampu UV merupakan pencahayaan yang digunakan pada *hidroponik indoor* dengan tipe *deep watter culture*.
2. Paranet 75% yaitu untuk membatasi cahaya langsung pada tanaman sebesar 75%.
3. Pipa utama merupakan pipa yang mengalirkan air dari tabung nutrisi menuju panci nutrisi.
4. Paranet 50%, yaitu untuk membatasi cahaya langsung pada tanaman sebesar 50%.
5. Rak-rak hidroponik merupakan suatu komponen pada hidroponik terutama pada sistem *Deep watter Culture* karena rak hidroponik berfungsi sebagai tempat bercocok tanam secara hidroponik. Inilah

rincian dalam merakit rak hidroponik yang pada ruangan terisolasi sebagai berikut.

- a. Panjang rak 105 cm
  - b. Tinggi rak 170 cm
  - c. Tinggi per per rak 50
  - d. Lebar rak 50 cm
6. Net pot merupakan pot tanaman untuk sistem *Deep Watter Culture*.
  7. Pipa penghubung merupakan pipa untuk mengalirkan air ke panci sebelahnya supaya air mengalir ke semua panci sampai panci terisi penuh.
  8. DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan alat untuk memberikan oksigen pada akar tanaman sehingga akar tanaman tidak busuk.
  9. Pompa di sini merupakan motor penggerak air sehingga air bisa mengalir ke panci nutrisi.
  10. Tabung nutrisi merupakan tabung utama untuk tempat penambahan air dan nutrisi hidroponik dan tabung nutrisi juga untuk tempat mengukur kebutuhan air tanaman pada hidroponik sistem *Deep Watter Culture*. Ukuran tabung nutrisi hidroponik adalah sebagai berikut.
    - a. Tinggi tabung 35 cm
    - b. Diameter tabung 35 cm
    - c. Tinggi muka air tabung 20 cm
  11. Wadah nutrisi merupakan panci media tanam pada hidroponik pada tipe *Deep Watter Culture*. Ukuran panci nutrisi hidroponik adalah sebagai berikut.
    - a. Panjang wadah 40 cm
    - b. Tinggi wadah 11 cm
    - c. Lebar wadah 25 cm
    - d. Tinggi air dalam wadah 8 cm

## H. Flow Diagram



### 1. Studi Literatur

Suatu kegiatan untuk mencari referensi atau teori dari berbagai sumber seperti di pustaka, jurnal-jurnal yang berkaitan dengan *hidroponik indoor* dengan sistem *Deep Wattaer Culture*.

### 2. Pembuatan Peralatan Hidroponik

#### a. Rak hidroponik

Rak hidroponik merupakan komponen penting dalam hidroponik sistem *Deep Watter Culture*. Peralatan yang ada pada rak hidroponik adalah sabagai berikut.

Tabel 3. Peralatan Rak Hidroponik

No	Nama Alat	Ukuran (cm)	Jumlah
1	Panjang Rak/ Pipa Besi	105	8 batang
2	Lebar Rak/ Pipa Besi	40	8 batang
3	Tinggi Rak/ Pipa Besi	170	4 batang
4	Panci Nutrisi Hidroponik 3/ Rak	-	9 unit
5	Lampu UV 4/ Rak	-	12 unit
6	Tabung Nutrisi	-	1 unit
7	Pompa	-	1 unit
8	Paranet 75%	100	1 lembar
9	Paranet 50%	100	1 lembar
10	<i>Styrofoam</i>	P = 40 cm L = 28 cm D lobang = 5 cm	9 lembar

Komponen rak hidroponik ini akan dirangkai sedemikian rupa berbentuk rak persegi empat memiliki tiga lantai rak. Tinggi antarrak yaitu 50 cm. Setiap lantai rak diletakkan 3 buah panci nutrisi hidroponik dengan ukuran panci, yaitu panjang 40 cm, lebar 25 cm, dan tinggi 11cm, maka pada rak hidroponik terdapat 9 buah panci nutrisi dengan jarak antarpanci yaitu 8 cm.

Pada langit-langit rak akan dipasangkan lampu UV, setiap rak terdapat 4 lampu UV, sehingga pada rak hidroponik banyak lampu yang digunakan, yaitu 12 unit, dan pada bagian rak atas dan tengah diberi paranet dengan ketebalan masing-masing 75% dan 50%.

Dalam kegiatan merancang media *hidroponik indoor* dengan sistem *Deep Watter Culture* kita menggunakan *styrofoam* sebagai penyangga/ penahan netpot, setiap *styrofoam* dipotong dengan ukuran 28 cm x 40 cm dan setiap lembar *styrofoam* diberi lobang dengan ukuran diameter 5 cm sebanyak 5 lobang, dengan susunan lobang sisi samping 2 kiri 2 kanan dan 1 tengah.

Adapun komponen dalam perancangan media tanam hidroponik sistem *Deep Watter Culture* adalah sebagai berikut.

- 1) *Styrofoam* dengan ukuran 25 x 40 cm sebanyak 9 lembar.
- 2) Lubang *styrofaom* dengan diameter 4cm, 1 lembar *styrofaom* untuk 5 lobang.
- 3) Panci nutrisi hidroponik sebanyak 9 buah.

### 3. Pembuatan Media dan Nutrisi

#### a. Pembuatan Media

Dalam sistem hidroponik *Deep Watter Cculture*, menggunakan media berupa *rockwool*. Cara menggunakan *rockwool* sebagai media hidroponik ini adalah sebagai berikut.

- 1) *Rockwool* itu memiliki panjang 100 cm dengan ketebalan 20 cm.
- 2) Persiapkan nampan.
- 3) Potong *rockwool* sepanjang nampan.
- 4) Belah *rockwool* menjadi dua bagian.
- 5) Letakan *rockwool* ke dalam nampan.
- 6) Tambahkan air sampan *rockwool* basah merata.
- 7) Potong *rockwool* dalam nampan tersebut sampai berbentuk petek-petek segi empat.
- 8) Selanjutnya media tanam sudah bisa digunakan untuk pembibitan.



## b. Pembuatan Nutrisi

Nutrisi hidroponik yang kita gunakan, yaitu AB-Mix. Dalam pembuatan nutrisi hidroponik ini, pembuatannya dipisah, nutrisi A-Mix dan B-Mix.

Adapun cara pembuatan nutrisi A-Mix adalah sebagai berikut.

- 1) Siapkan semua pupuk kimia (meroke) yang akan kita kombinasikan untuk pembuatan nutri A-Mix.
- 2) Siapkan air Ac sebanyak 1 liter sebagai pelarut dalam pembuatan larutan nutrisi A-Mix.
- 3) Masukkan pupuk meroke menggunakan sendok takar.
- 4) Aduk larutan nutrisi sampai merata.
- 5) Tuangkan nutrisi ke dalam jerigen 2 liter untuk menyimpan larutan nutrisi A-Mix.

Pembuatan nutrisi B-Mix adalah sebagai berikut.

- 1) Siapkan pupuk kimia (meroke) untuk pembuatan nutrisi B-Mix.
- 2) Sediakan air AC sebanyak 1 liter.
- 3) Masukkan pupuk kimia meroke untuk B-Mix dengan sendok takar.
- 4) Aduk sampai semua pupuk larut dalam air.
- 5) Masukkan ke dalam jerigen untuk penyimpanan nutrisi yang sudah disiapkan.

Untuk pemberian nutrisi awal hidroponik sistem *deep watter culture* ini yaitu untuk A-Mix sebanyak 750 ml sedangkan untuk larutan nutrisi B-Mix sebanyak 500 ml. Pemberian nutrisi hidroponik ini disesuaikan dengan literatur yang ada.

#### 4. Pengaturan *Timer*

Pengaturan *timer* yaitu di mana waktu untuk pencahayaan di ruangan isolasi diatur dengan memakai sistem *Deep Watter Culture* ini pencahayaan pada tanaman lampu UV mulai hidup dari jam 6 pagi sampai dengan jam 7 malam.

#### 5. Percobaan Perhitungan Volume Air

Dalam menghitung volume air kebutuhan hidroponik *Deep Watter Culture* ini dengan cara sebagai berikut.

##### a. Volume tabung nutrisi hidroponik

Rumus yang digunakan

$$V = \pi r^2 t$$

Keterangan:

V = Volume

r = Jari-jari

t = Tinggi tabung

Diketahui:

Dimeter tabung = 35 cm → jari-jari tabung = 17,5

Tinggi tabung = 35 cm

Tinggi muka air tabung = 20 cm

Rumus yang digunakan

$$V = 3.14 \times 17,5 \times 17,5 \times 20 = 19232,5 \text{ cm}^3$$

$$19232,5 \text{ cm}^3 : 1000 = 19,2325 \text{ dm}^3$$

$$19,2325 \text{ dm}^3 = 19,2325 \text{ l}$$

Jadi volume taabung nutrisi yaitu 19,2325 l

b. Volume panci hidroponik

$$V = P \times L \times T$$

Keterangan :

V = Volume

P = Panjang

L = Lebar

T = Tinggi

Diketahui:

Panjang panci = 40 cm

Lebar panci = 25

Tinggi air panci = 8 cm

Jumlah panci = 18 buah

$$V = 40 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$$

$$V = 8000 \text{ cm}^3$$

$$V = 8000 \text{ cm}^3 : 1000$$

$$V = 8 \text{ dm}^3$$

$$V = 8 \text{ l}$$

iter

Jadi volume air untuk satu wadah nutrisi hidroponik adalah 8 liter, maka untuk satu rak atau untuk 9 buah wadah

$$8 \text{ liter} \times 18 = 144 \text{ liter}$$

maka :

Sehingga untuk semua volume air pada sistem hidroponik *deep watter culture* ini adalah:

$$\begin{aligned} & \text{volume tabung nutrisi} + \text{volume total panci} \\ & = 19,2325 \text{ liter} + 144 \text{ liter} \\ & = 163,2325 \text{ liter} \end{aligned}$$

## 6. Perhitungan AB-Mix Sesuai dengan Jenis

Dalam sistem hidroponik *Deep Water Culture* ini kita menggunakan nutrisi A-Mix dan B-Mix, pemberian awal nutrisi hidroponik dengan ketentuan nutrisi A-Mix sebanyak 250 ml dan B-Mix sebanyak 750 ml. Setiap pengamatan pagi, nutrisi A-Mix ditambah sebanyak 100 ml dan pada pengamatan sore hari dilakukan penambahan nutrisi B-Mix sebanyak 100 ml. Untuk meningkatkan nilai EC maka diperlukan penambahan nutrisi A-Mix. Dan jika pH nutrisi hidroponik terlalu tinggi tambahkan nutrisi B-Mix.

## 7. Pengamatan Tanaman Pakcoy

### a. Pembibitan

Untuk memulai pembibitan kita persiapkan dulu medianya seperti nampan, *rockwool*, dan air AC. Langkah-langkah pembibitan pakcoy adalah sebagai berikut.

- 1) Kita mulai dengan memotong *rockwool* menggunakan pisau katek.
- 2) Selanjutnya *rockwool* disusun rapi dalam nampan.
- 3) Tambahkan air AC ke dalam nampan sampai *rockwool* basah merata.
- 4) Kemudian buat lubang bibit menggunakan lidi dan ditusuk pada tengah *rockwool*.
- 5) Selanjutnya isi setiap lubang dengan satu biji benih.
- 6) Lakukan penyemprotan dengan *sprayer* pada pagi dan sore hari. Umur benih di tanam ke media hidroponik yaitu umur 2 minggu.

#### b. **Penanaman**

Persiapan penanaman kita mulai dengan membersihkan media yang akan digunakan, seperti netpot, *styrofaom*, dan panci nutrisi hidroponik, cara penanaman yaitu sebagai berikut.

- 1) Cuci dulu akar tanaman sebelum di pindahkan ke dalam netpot.
- 2) Selanjutnya tanamkan ke dalam netpot dengan akar tanaman terjantai ke bawah.
- 3) Susun ke lobang *styrofaom* dan dikasih nomor.
- 4) Letakkan di atas panci nutrisi hidroponik.
- 5) Data pengamatan tanaman diukur satu kali seminggu. Data yang diambil berupa tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun.

#### c. **Panen**

Memanen tanaman pakcoy berumur 7 minggu, cara pemanenan kita lakukan sebagai berikut.

- 1) Perhatikan tanaman yang akan kita panen.
- 2) Lakukan panen per urutan rak hidroponik, yaitu rak atas, rak tengah, dan rak bawah.
- 3) Pada saat panen, mengambil data panjang akar, tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun.
- 4) Hasil panen ditimbang per rak hidroponik.

#### **Pengamatan Tanaman**

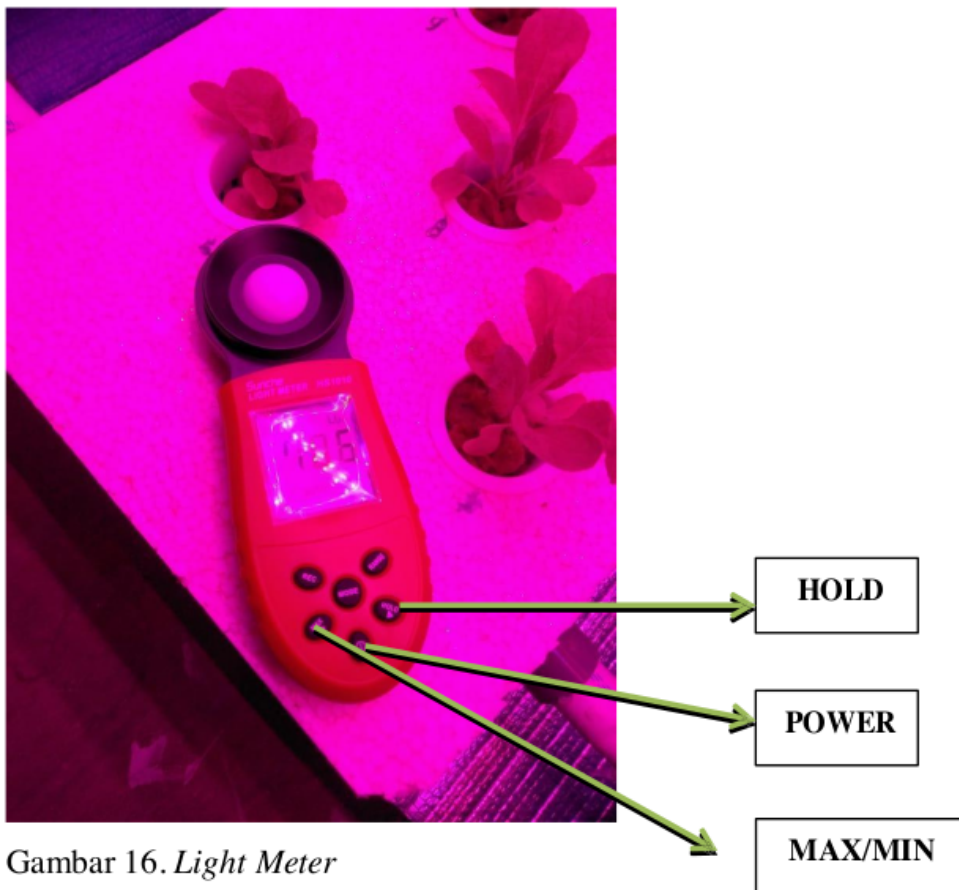
Tanaman setiap pengambilan data dilakukan pengamatan berupa kita ukur tinggi tanaman menggunakan rol yang dilakukan satu kali dalam seminggu. Begitu juga pengambilan data jumlah daun, dan data pengamatan tanaman seperti mengukur panjang akar tanaman yang dilakukan satu kali ketika panen. Adapun data yang perlu diambil yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun.

Dalam penanaman secara hidroponik sistem *Deep Water Culture* ini kita juga mengukur kebutuhan air tanaman dan langkah-langkah mengukur kebutuhan air tanaman sebagai berikut.

- a. Dengan cara mengukur tinggi air yang berkurang dalam tabung nutrisi hidroponik menggunakan rol.
- b. Catat tinggi air yang kurang pada tabung nutrisi.
- c. Tambahkan air dengan ditakar menggunakan gelas ukur.

#### 8. Pengukuran Cahaya

Pengukuran cahaya menggunakan *light meter* pada tanaman adalah sebagai berikut.



Gambar 16. *Light Meter*

- a. Periksa alat *light meter* terlebih dahulu sebelum digunakan.
- b. Selanjutnya, sebelum alat digunakan untuk mengukur cahaya, posisikan alat terlebih dahulu di bawah cahaya yang akan diukur.
- c. Dilanjutkan dengan menekan tombol *power* di bagian bawah yang berada di tengah-tengah.
- d. Setelah itu buka tutup pada *light meter*.
- e. Pengukuran pertama ukur cahaya dengan satuan lux.
- f. Baru ukur cahaya maksimal yang ada pada *light meter* tersebut.
- g. Setelah itu ukur cahaya minimal pada *light meter*.
- h. Catat data pada buku catatan.
- i. Pengukuran dilakukan setiap hari pagi dan sore.

## 9. Pengolahan Data

Hasil dari kegiatan pengamatan didapatkan berbagai jenis data mentah seperti data dari pencahayaan pada tanaman. Data tersebut berupa data cahaya maksimal dan minimal pada tanaman hidroponik dengan menggunakan alat *light meter*. Pengamatan tanaman berupa tinggi tanaman, jumlah daun tanaman, lebar daun, panjang akar, dan berat hasil panen tanaman. Adapun data pengamatan kebutuhan air tanaman yang menggunakan rol yaitu mengukur kekurangan tinggi air pada tabung nutrisi hidroponik.

Semua data mentah yang didapatkan di lapangan akan diolah menjadi data jadi. Dari data tersebut akan didapatkan hasil kegiatan dari pum ini.

## 10. Tabel Pengamatan

Adapun data pengamatan Proyek Usaha Mandiri sebagai berikut.

Tabel 4. Rata-Rata Pengamatan Pencahayaan UV 0% (Lux)

Minggu	Pencahayaan 0 %/ Tanpa Paranet	
	Pagi	Sore
Minggu I	679,5	654,4
Minggu II	681,5	729,4
Minggu III	701,6	699,1

Data rata-rata dari hasil pangamatan pencahayaan dalam seminggu pengamatan didapatkan hasil pencahayaan pada pagi hari pada minggu pertama 679,5, minggu kedua 681,5, dan minggu ketiga 701,6. Data pada sorenya didapatkan pada minggu pertama 654,4, minggu kedua 729,4, dan pada minggu ketiga 699,1.

Tabel 5. Pengamatan Pencahayaan Paranet 50% (Lux)

Minggu	Pencahayaan Paranet 50%	
	Pagi	Sore
Minggu I	259,4	243,9
Minggu II	265,1	265,6
Minggu III	262,8	263,6

Data rata-rata dari hasil pangamatan pencahayaan dalam seminggu pengamatan didapatkan hasil pencahayaan pada pagi hari pada minggu pertama 259,4, minggu kedua 265,1, dan minggu ketiga 262,8. Data pada sorenya didapatkan pada minggu pertama 243,9, minggu kedua 265,6, dan pada minggu ketiga 263,6.



Tabel 6. Pengamatan Pencahayaan Paranet 75% (Lux)

Minggu	Pencahayaan paranet 75%	
	Pagi	Sore
Minggu I	111,6	105,7
Minggu II	105,4	102
Minggu III	105,1	102,7

Data rata-rata dari hasil pangamatan pencahayaan dalam seminggu pengamatan didapatkan hasil pencahayaan pada pagi hari pada minggu pertama 111,6, minggu kedua 105,4, dan minggu ketiga 105,1. Data pada sorenya didapatkan pada minggu pertama 105,7, minggu kedua 102, dan pada minggu ketiga 102,7.

Tabel 7. Pencahayaan di Luar Ruangan (Lux)

Minggu	Pencahayaan di Luar Ruangan	
	Pagi	Sore
Minggu I	986,9	858,2
Minggu II	812,4	709,4
Minggu III	861,4	848,6

Data rata-rata dari hasil pangamatan pencahayaan dalam seminggu pengamatan didapatkan hasil pencahayaan pada pagi hari pada minggu pertama 986,9, minggu kedua 812,4, dan minggu ketiga 861,4. Data pada sorenya didapatkan pada minggu pertama 858,2, minggu kedua 709,4, dan pada minggu ketiga 848,6.

Tabel 8. Pencahayaan dalam Saung (Lux)

Minggu	Pencahayaan dalam Saung	
	Pagi	Sore
Minggu I	693	546,9
Minggu II	869	466,4
Minggu III	545	606,5

Data rata-rata dari hasil pengamatan pencahayaan dalam seminggu pengamatan didapatkan hasil pencahayaan pada pagi hari pada minggu pertama 693, minggu kedua 869, dan minggu ketiga 545. Data pada sorenya didapatkan pada minggu pertama 546,9, minggu kedua 466,4, dan pada minggu ketiga 606,5.

Tabel 9. Rata-Rata Data Pengamatan Tanaman pada Hidroponik *Deep Watter Culture*

No	Minggu	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)
1	I	8,02	4
2	II	8,85	5
3	III	9,24	5
4	IV	9,52	5
5	V	9,54	5
6	VI	11,6	6

Rata-rata data pengamatan tanaman di atas didapatkan dari pengamatan tanaman yang dilakukan sekali dalam seminggu. Data mentah dari pengamatan tanaman tersebut bisa dilihat pada lampiran 2.

Tabel 10. Rata-Rata Data Pengamatan Tanaman Saat Panen Hidroponik *Deep Watter Culture*

No	Rak Hidroponik	Panjang Akar (cm)	Berat Tanaman (gr)
1	Atas	10,2	900 gr
2	Tengah	7,3	400 gr
3	Bawah	11,2	a

## I. Pengamatan Tanaman Pakcoy

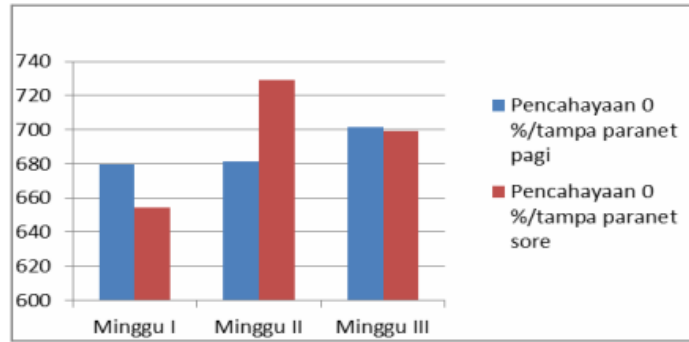
### 1. Hasil Rata-Rata Pengamatan Cahaya pada Tanaman Pakcoy dengan Pencahayaan 0% atau Tanpa Menggunakan Paranet

Berdasarkan hasil dari kegiatan yang dilakukan oleh tim penulis, rata-rata pencahayaan dalam sistem *Deep Watter Culture* pada pencahayaan 0% atau tanpa memakai paranet terhadap tanaman pakcoy. Berikut adalah data tersebut yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 11. Rata-Rata Pencahayaan 0% yang tanpa Paranet

Minggu	Pencahayaan 0 %/ tanpa Paranet (lux)	
	Pagi	Sore
Minggu I	679,5	654,4
Minggu II	681,5	729,4
Minggu III	701,6	699,1

Berdasarkan data tersebut di atas, maka dapat diketahui bahwa pencahayaan tanpa menggunakan paranet pada sistem *Deep Watter Culture* bahwa pada minggu pertama rata-rata pengukuran pencahayaan pada pagi hari lebih tinggi dari pada pengukuran pada sore hari. Rata-rata pencahayaan pada minggu kedua tingkat pencahayaan mempengaruhi kesuburan tanaman.



Gambar 17. Grafik Rata-Rata Pengamatan Pencahayaannya yang Tanpa Menggunakan Paranet terhadap Tanaman Pakcoy Nampak Terlihat pada Grafik Bahwa Terjadi Peningkatan pada Minggu Kedua Tepatnya pada Sore Hari

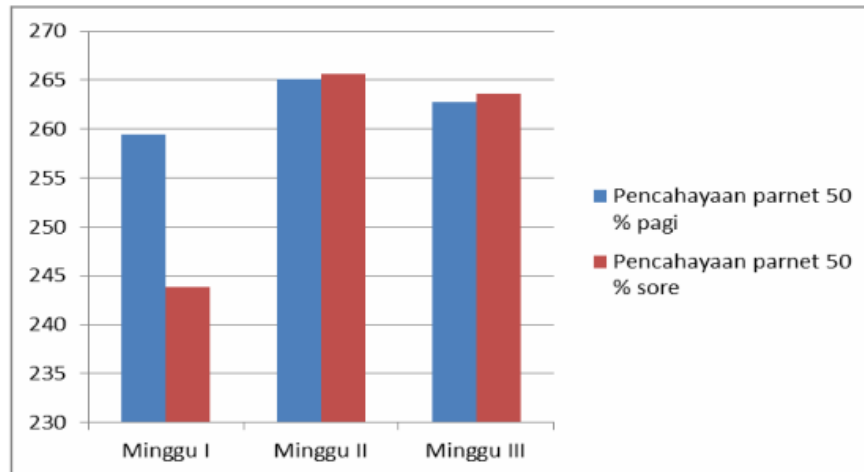
## 2. Hasil Rata-Rata Pencahayaannya Paranet 50% pada Tanaman Pakcoy

Berdasarkan hasil dari kegiatan yang dilakukan oleh tim penulis, dapat diketahui bahwa hasil rata-rata dari pengamatan cahaya dengan menggunakan paranet 50% pada tanaman pakcoy dengan sistem *Deep Water Culture*. Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 12. Rata-Rata Data Hasil Pencahayaannya Maksimal pada Tanaman Pakcoy

Minggu	Pencahayaannya Paranet 50% (Lux)	
	Pagi	Sore
Minggu I	259,4	243,9
Minggu II	265,1	265,6
Minggu III	262,8	263,6

Hasil pengukuran pada paranet 50% didapatkan data pada tabel di atas yang datanya berkisar dari 400-600. Pengamatan cahaya dilakukan setiap hari dengan waktu pagi hari dan sore hari.



Gambar 18. Grafik Rata-Rata Pengamatan Pencahayaannya terhadap Tanaman Pakcoy dengan Menggunakan Paranet 50% Nampak Terlihat Tinggi Rendahnya Pencahayaannya pada Setiap Minggunya

### 3. Rata-Rata Pencahayaannya 75% terhadap Tanaman Pakcoy

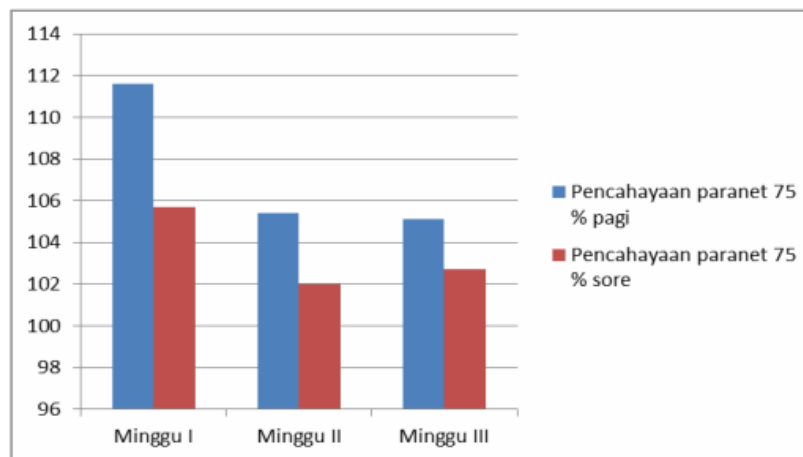
Berdasarkan hasil dari kegiatan yang dilakukan oleh tim penulis, dapat diketahui bahwa hasil rata-rata dari pengamatan cahaya dengan memakai paranet 75% pada tanaman pakcoy dengan sistem *Deep Water Culture*. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 13. Rata-Rata dari Pengamatan Cahaya dengan Paranet 75% pada Tanaman Pakcoy

Minggu	Pencahayaannya Paranet 75% (Lux)	
	Pagi	Sore
Minggu I	111,6	105,7
Minggu II	105,4	102
Minggu III	105,1	102,7

Pengamatan cahaya dilakukan setiap hari dengan waktu pagi hari dan sore hari. Hasil dari data di atas didapatkan dari angka pengamatan yang dilakukan per hari dan dijumlahkan dan dirata-ratakan menjadi per minggu, dan dapat dilihat pada tabel atas. Di sini data pencahayaannya yang

diambil yaitu data pencahayaan minimuml dari semua perlakuan, mulai dari pencahayaan 0% sampai pencahayaan di dalam saung.



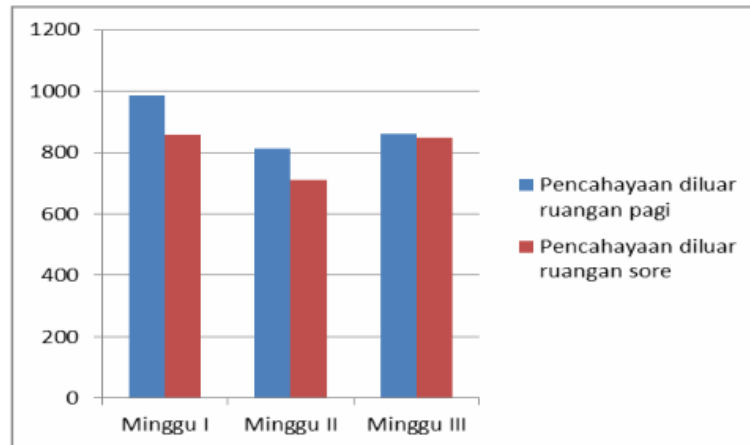
Gambar 19. Grafik Rata-Rata Pengamatan Pencahayaan dengan Paranet 75% terhadap Tanaman Pakcoy Nampak Terlihat Tinggi Rendahnya Pencahayaan pada Setiap Perlakuannya

#### 4. Rata-Rata Pencahayaan pada Luar Ruangan

Tim penulis juga mengkaji tentang rata-rata pencahayaan pada luar ruangan. Pencahayaan tersebut memiliki rata-rata sendiri, baik di waktu pagi maupun sore. Adapun hasil dari kegiatan tersebut dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 14. Hasil Rata-Rata Pengamatan Pencahayaan pada Luar Ruangan

Minggu	Pencahayaannya di Luar Ruangan (Lux)	
	Pagi	Sore
Minggu I	986,9	858,2
Minggu II	812,4	709,4
Minggu III	861,4	848,6



Gambar 20. Grafik Pengamatan Pencahayaannya di Luar Ruangan

### 5. Rata-Rata Pencahayaannya yang di Dalam Saung

Rata-rata pencahayaannya yang di dalam saung pun dikaji oleh tim penulis. Sama halnya dengan sistem pencahayaannya di ruang lainnya, di dalam saung pun dapat dikaji dan diketahui rata-rata pencahayaannya. Adapun rata-rata hasil pengamatan pencahayaannya di dalam saung pada tabel berikut.

Tabel 15. Pencahayaannya dalam Saung

Minggu	Pencahayaannya dalam Saung (Lux)	
	Pagi	Sore
Minggu I	693	546,9
Minggu II	869	466,4
Minggu III	545	606,5

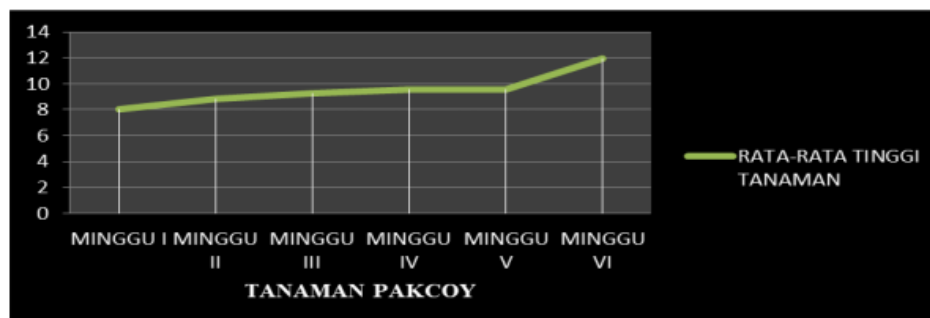
### 6. Rata-Rata Tinggi Tanaman Pakcoy

Berdasarkan hasil kegiatan, tanaman pakcoy mengalami perubahan perkembangan dari minggu ke minggu. Perubahan perkembangan tersebut salah satunya terjadi pada tinggi tanaman pakcoy itu sendiri. Berikut adalah rata-rata tanaman pakcoy berdasarkan hasil kegiatan yang diperoleh oleh tim penulis.

Tabel 16. Rata-Rata Tinggi Tanaman Pakcoy

Minggu	Rata-Rata Tinggi Tanaman
Minggu I	8,02
Minggu II	8,85
Minggu III	9,24
Minggu IV	9,52
Minggu V	9,54
Minggu VI	11,98

Pada tabel di atas dapat diketahui bahwa rata-rata tinggi tanaman pakcoy dari minggu 1 sampai minggu 6, dan setiap minggu terjadi penambahan tinggi tanaman pakcoy. Pada minggu pertama tanaman pakcoy memiliki rata-rata tinggi tanaman 8,02 cm. Pengamatan pada minggu dua terjadi peningkatan/ kenaikan 0,83 cm. Pada minggu tiga, rata-rata tinggi tanaman mencapai 9,24 cm setiap minggu sampai minggu enam kenaikan tinggi tanaman semakin besar, sehingga pada minggu keenam rata-rata tinggi tanaman menjadi 11,98 cm.



Gambar 21. Grafik Rata-Rata Tinggi Tanaman Pakcoy

Berdasarkan grafik tersebut di atas, maka dapat diketahui bahwa rata-rata tinggi tanaman pakcoy mengalami perubahan perkembangan. Namun, terlihat pada grafik tersebut bahwa terjadi peningkatan tinggi tanaman terbesar pada minggu enam.



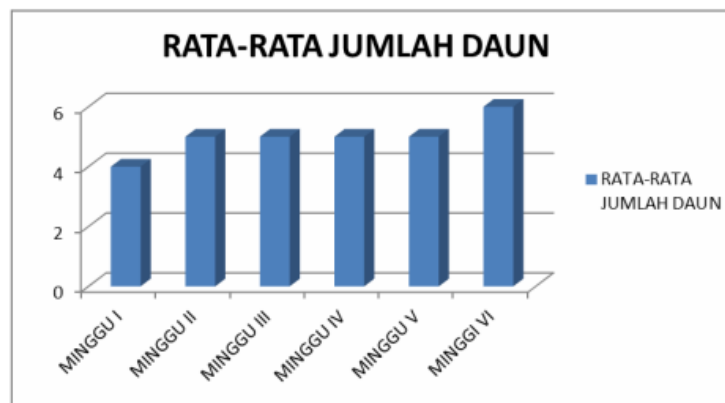
## 7. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Pakcoy

Dari minggu ke minggu, tanaman pakcoy juga mengalami perkembangan pada jumlah daun. Berbeda dengan tanaman lainnya, perkembangan daun yang dialami oleh tanaman pakcoy terbilang tidak signifikan. Hal tersebut dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 17. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Pakcoy

Minggu	Rata-Rata Jumlah Daun
Minggu I	4
Minggu II	5
Minggu III	5
Minggu IV	5
Minggu V	5
Minggu VI	6

Pada tabel di atas, dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah daun pada tanaman pakcoy yaitu 5 lembar. Pada minggu pertama rata jumlah daun 4 lembar, pada minggu dua sampai minggu lima jumlah daun menjadi 5 lembar. Kenaikan rata-rata jumlah daun pada minggu enam yaitu 6 lembar.



Gambar 22. Grafik Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Pakcoy

## J. Hasil Panen Tanaman Pakcoy

Panen tanaman pakcoy di hitung berdasarkan tingkatan rakhidaropnik, karena tingkatan rak juga mempengaruhi hasil tanaman pakcoy yang disebabkan oleh tingkat kelembaban yang diterima oleh tanaman, pada rak atas mendapatkan kelembaban yang cukup dibandingkan pada rak tengah maupun pada rak bawah. Berikut adalah pengamatan hasil panen tanaman pakcoy.

Tabel 18. Pengamatan Hasil Panen Tanaman Pakcoy

Rak Rak Hidroponik	Panjang Rata-Rata Akar (cm)	Tinggi Rata-Rata (cm)	Rata-Rata Jumlah Daun (cm)	Rata-Rata Lebar Daun (cm)	Berat (gr)
Rak 1 (Atas)	10.2	10.9	7	5	900
Rak 2 (Tengah)	7.5	8.8	5	6.5	400
Rak 3 (Bawah)	11.2	11.6	8	7.5	600

Dapat dilihat pada tabel bahwa pada rak satu atau rak bagian atas memiliki ihasil produksi sebesar 900 gram atau hasil panen yang paling besar. Pada rak tengah atau rak dua terdapat hasil produksi sebesar 400 gram yang disebabkan oleh adanya tiga pot tanaman mati. Pada rak bawah atau rak tiga memiliki hasil produksi sebesar 600 gram karena kurang terjadinya kelembaban sehingga dapat dilihat pada tabel.

**BAB III**  
**PENGENDALIAN PH DAN EC NUTRISI HIDROPONIK**  
**TIPE DEEP WATER CULTURE**

Pakcoy (*Brassica Rapa L*) adalah tanaman jenis sayuran yang termasuk kedalam jenis sayuran yang memiliki nilai jual tinggi dan sayuran yang sangat diminati oleh masyarakat banyak pada umumnya. Pakcoy (*Brassica rapa* Kelompok *Chinensis*; suku sawi-sawian atau *Brassicaceae*) merupakan jenis sayuran yang populer. Sayuran yang dikenal pula sebagai sawi sendok ini mudah dibudidayakan dan dapat dimakan segar. Pakcoy juga disebut sawi hijau karena fungsinya mirip, meskipun sawi sendok lebih kaku teksturnya serta ukurannya cenderung lebih kecil (Anis Wahyuningsih, 2016). Harga jual pakcoy per satu kilogram adalah 10.000 rupiah. Perbedaan pakcoy merah dengan pakcoy hijau adalah terletak pada warna merah yang terdapat pada pakcoy merah mengandung anti oksidan yang berguna bagi tubuh.

pH atau derajat keasaman adalah logaritma negatif pangkat sepuluh dari gram mol  $H^+$ /liter. Pengukuran nilai pH menggunakan pH meter dan juga bisa menggunakan kertas lakmus. Batas terendah nilai pH adalah 0 dan batas tertinggi pH bernilai 14 sedangkan pH 7 disebut dengan netral. Perubahan nilai pH sangat berpengaruh terhadap fotosintesis tanaman, karena karbon dioksida ( $CO_2$ ) mudah larut dalam air dan menurunkan nilai pH. Maka dari itu, pH dalam larutan air harus dikontrol untuk menghindari kerusakan pada tanaman (Yos Sutiyoso, 2003).

*Elektrokonduktivitas* (EC) adalah daya hantar listrik yang berperan penting dalam pemberian nutrisi hidroponik. Nilai EC memiliki batas tertentu bagi setiap jenis tanaman. Jika nilai EC menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari batasnya maka perlu dilakukan pencucian media tanam dengan cara pemberian nutrisi secara cepat sehingga kadar nilai EC yang tinggi dapat diturunkan. Pengukuran nilai EC dapat menggunakan EC meter. Satuan dari EC adalah part per million (ppm) dan mS/cm. Semakin tinggi angka EC maka semakin pekat konsentrasi kation dan anion sehingga penghantar listriknya semakin tinggi (Yos Sutiyoso, 2003).

Hubungan antara pH dan EC sangat berkaitan. pH merupakan mengukur derajat keasaman suatu larutan nutrisi sedangkan EC merupakan daya hantar listrik yang berguna dalam menakar pemberian nutrisi hidroponik. Nilai EC memiliki batas tertentu sesuai dengan jenis tanaman yang akan di tanam (Oktoyurnal dan Devi Harianti, 2005). Dalam pemberian nutrisi dalam tipe hidroponik *Deep Watter Culture*, maka digunakan nutrisi AB-Mix.

Nutrisi AB-Mix adalah nutrisi yang berpengaruh terhadap tanaman hidroponik, nutrisi hidroponik tersebut terdiri dari larutan A-Mix yang mengandung unsur hara makro dan larutan B-Mix yang mengandung unsur hara mikro (Yos Sutiyoso, 2003). Konsentrasi nutrisi AB-Mix terdiri dari 3% (N1), 5% (N2), dan 7% (N3). Jenis tanaman yaitu pakcoy, dengan parameter yang akan diamati berupa tinggi tanaman, jumlah daun tanaman. Oleh karena itu perlu sekali menentukan volume air hidroponik untuk tipe *Deep Watter Cultre* (Yos Sutiyoso, 2003).

Volume air memiliki hubungan erat dengan debit, jadi volume air sama dengan debit di kalikan dengan waktu, di mana perhitungan waktu yang diperlukan untuk mengisi ruang dengan air dalam waktu tertentu. Satuan volume yang digunakan adalah liter. Air adalah faktor yang sangat berpengaruh terhadap sistem hidroponik, karena peran air dalam hidroponik merupakan prasarat tumbuh tanaman tanpa menggunakan tanah (Luthfi Nurrahma Shofiana, 2017). Dalam hidroponik tipe *Deep Watter Culture* ini menggunakan *Dissolved Oxsygen* (DO). Memberikan oksigen dalam air nutrisi hidroponik berguna untuk memenuhi kebutuhan oksigen pada akar tanaman sehingga akar tanaman tidak membusuk.

Metode *Deep Watter Culture* adalah teknik hidroponik yang memasok air mengandung nutrisi langsung ke akar tanaman secara terus-menerus. Teknik *Deep Watter Culture* ini untuk akar tanaman akan selalu tenggelam dalam air (Boyd 1979n, Cit Mezar et al, 1997). Sistem hidroponik aktif dan sederhana yang menggunakan prinsip penggenangan, sedangkan tempat untuk menancapkan tanaman digunakan *styrofaom* yang dilubangi dan diapungkan langsung pada larutan nutrisi. Pompa air yang digunakan untuk mensuplai udara membuat gelembung pada larutan nutrisi yang akan memberikan suplai oksigen pada setiap akar tanaman. Metode ini digunakan untuk meningkatkan kadar *Dissloved Oxsigen* (DO) dalam air.

*Dissolved Oxygen (DO)* merupakan oksigen terlarut yang dapat meningkatkan konsentrasi oksigen pada akar tanaman dalam media hara hidroponik, sehingga dapat merangsang respirasi akar tanaman. Proses respirasi akar optimal akan menghasilkan energi akar yang digunakan untuk menyerap nutrisi pada hidroponik secara maksimal (Boyd 1979n, Cit Mezar et al, 1997). Pada hidroponik ini harus menggunakan *aerator* atau mesin yang meniupkan udara ke dalam air untuk memperkaya oksigen terlarut. Oksigen terlarut merupakan poin terpenting dalam sistem hidroponik *Deep Water Culture* yang dilakukan dalam tipe *hidroponik indoor*.

*Hidroponik indoor* merupakan cara budidaya hidroponik di ruangan tertutup tanpa berhubungan langsung dengan alam. Sistem ini dapat menjadi alternatif yang baik untuk hidroponik karena suhu dan lingkungan alam tidak berhubungan langsung dengan tanaman sehingga tanaman tumbuh dengan maksimal. Selain itu, sistem ini juga mampu mengurangi dari gangguan hama dan tidak memerlukan penyemprotan pestisida (Lindawatti, 2015)

## **A. Pengertian Hidroponik**

Hidroponik berasal dari dua suku kata, yaitu *Hydro* (air) dan *Ponos* (pekerjaan) yang berarti kaedah bercocok tanam dengan memasukkan akar tanaman ke dalam air campuran nutrisi tanpa menggunakan tanah. Hidroponik adalah cara budidaya tanpa menggunakan tanah tetapi menggunakan media lain seperti pasir, serbuk gergaji, arang sekam, serabut kelapa yang mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Lingga Pinus, 2000). Dalam budidaya hidroponik banyak memiliki berbagai jenis tipe cara bercocok tanam hidroponik seperti: hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT), *Aeroponik*, *wick system* (sistem sumbu), *Deep Flow Technique* (DFT), dan *Deep Water Culture* (DWC)/ Rakit Apung (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2010).

## **B. Tipe-Tipe Hidroponik**

### **1. Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technigue*)**

Hidroponik NFT merupakan tipe hidroponik yang tidak menggunakan substrat melainkan hanya menggunakan *nutrient* atau

disebut juga aliran air tipis. Sistem hidroponik ini berada dalam rumah kaca. Tipe hidroponik ini digunakan untuk menanam tanaman rendah seperti, pakcoy, bayam, caysim, dan kangkung (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2015).

## 2. Sistem Fertigasi (*Fertilizer + Drip Irrigation*)

Sistem fertigasi merupakan sistem yang paling banyak digunakan di dunia pertanian. Tanaman disiram dengan cara meneteskan air, tidak hanya air yang diteteskan melainkan di dalam tabung larutan tersebut sudah dicampurkan dengan dengan nutrisi (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2015).

## 3. *Aeroponik*

*Aeroponik* adalah tipe hidroponik yang memiliki prinsip kerja menyemburkan larutan hara dalam bentuk kabut hingga mengenai akar tanaman. Tipe *aeroponik* ini ditanam dengan cara digantung sehingga akar tanaman bergantung di dalam bak, di mana pangkal batang tanaman dimasukkan ke dalam *styrofoam* yang dilubangi (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2015).

## 4. *Wick System* (Sistem Sumbu)

*Wick System* adalah tipe hidroponik di mana cara kerjanya hampir sama dengan sumbu kompor, di mana akar menyerap nutrisi dari bak penampungan dengan bantuan sumbu. Gaya ini memanfaatkan gaya kapilaritas pada sumbu untuk mengantarkan air dan nutrisi ke akar tanaman sehingga akar dapat menyerap unsur hara yang disediakan (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2015).

## 5. *Deep Flow Technique* (DFT)

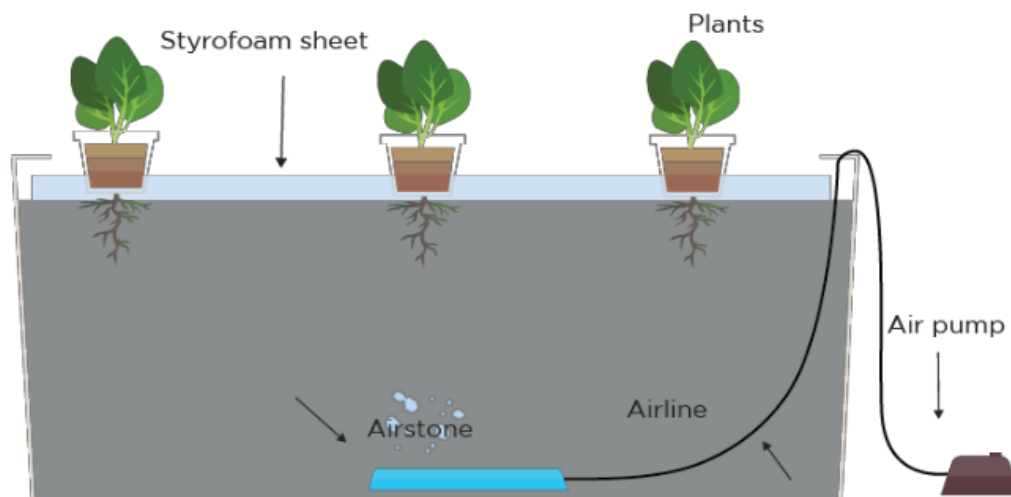
DFT adalah teknik penanaman hidroponik secara bertingkat. Instalasi DFT ini bermacam-macam bentuk seperti: DFT bertingkat, DFT zigzag, dan DFT mini (Kunto Herwibowo dan N.S Budiana, 2015).

## 6. *Deep Watter Culture* (DWC)/ Rakit Apung

*Deep Watter Cultur* adalah menanam tanaman dengan cara diapungkan di permukaan air, sehingga akar tanaman akan menjuntai ke dalam air. Maka digunakan *styrofoam* sebagai tempat penyangga tanaman supaya tidak masuk ke dalam larutan nutrisi hidroponik. *Styrofoam* ini

dilubangkan dengan ukuran diameter 5 cm sebagai tempat tumbuh tanaman. Cara kerja tipe DWC ini adalah dengan menggantung tanaman pada *styrofoam* yang dilubangi sehingga akar tanaman terendam ke dalam air yang bercampur dengan nutrisi dan diberikan oksigen terlarut dengan menggunakan *aerator* atau disebut juga dengan *air compresour* meniupkan udara ke dalam air untuk memperkaya oksigen terlarut.

*Dissolved oxygen* (DO) merupakan oksigen terlarut yang dapat meningkatkan konsentrasi oksigen pada akar tanaman dalam media hara hidroponik, sehingga dapat merangsang respirasi akar tanaman. Proses respirasi akar optimal akan menghasilkan energi akar yang digunakan untuk menyerap nutrisi pada hidroponik secara maksimal (Yos Sutiyoso, 2004).



Gambar 23. Sistem Hidroponik Tipe *Deep Watter Culture*

DWC merupakan sistem hidroponik dengan cara kerja tanaman menyerap oksigen yang cukup sementara juga mampu mengambil nutrisi dan air di sekitarnya. Ini membantu untuk mendapatkan pertumbuhan yang cepat, dan dalam banyak kasus lebih baik dari pada tumbuh di tanah. Karena akar tanaman berada di dalam air 24 jam sehari.

## **Metode Aerasi di DWC**

Metode Aerasi di DWC adalah sebuah metode yang digunakan untuk memberikan aerasi dan oksigen terlarut ke larutan nutrisi hidroponik gelembung udara. Dalam sistem budidaya air dan jenis lain dari sistem hidroponik, pompa udara dan batu apung digunakan untuk membuat gelembung udara ke larutan nutrisi.

Pompa udara terhubung ke air *stone* yang terbuat dari bahan seperti batu dan memiliki pori-pori kecil yang membuat gelembung kecil yang akan naik ke atas air. Semakin kecil gelembung udara, semakin baik aerasi yang diberikan untuk larutan nutrisi karena memiliki lebih banyak permukaan kontak dengan air. Kontak antara gelembung udara dan air menggantikan oksigen terlarut yang diserap oleh akar tanaman.

## **C. Prasyarat Tumbuh Tanaman Hidroponik**

### **1. Kualitas Air Hidroponik**

Kualitas air hidroponik merupakan mutu air yang akan digunakan untuk berbudidaya secara hidroponik, di mana air yang akan digunakan itu apakah baik atau buruk untuk potensi tumbuh tanaman (Efrain Patola dan Saiful Bahri, 2013). Air yang digunakan untuk hidroponik yaitu air bersih seperti air sumur, air gallon, dan air lainnya yang memiliki nilai pH 7. Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Dengan demikian, kualitas air akan berbeda dari suatu kegiatan ke kegiatan lain sebagai contoh kualitas air untuk keperluan irigasi berbeda dengan kualitas air untuk keperluan air minum. Kualitas air tergolong baik bila memenuhi persyaratan kimia sebagai berikut.

- a. pH normal.
- b. Tidak mengandung bahan kimia beracun.
- c. Tidak mengandung garam atau ion-ion logam.
- d. Kesadahan rendah.
- e. Tidak mengandung bahan organik.



## 2. Cahaya

Penyinaran cahaya sangat penting bagi tanaman karena tanaman akan mengalami proses fotosintesis dengan bantuan cahaya. Jika penyinaran cahaya tidak ada, maka tanaman tidak akan memiliki zat hijau daun. Waktu penyinaran tanaman hidroponik dilakukan dalam jangka waktu yang ditentukan. Perhitungan waktu sesuai kebutuhan cahaya bagi tanaman per jam.

## 3. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut merupakan oksigen yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses respirasi atau pernapasan. Oksigen terlarut bersumber dari *aerator* yang berfungsi untuk mengalirkan udara ke dalam nutrisi hidroponik untuk memperkaya oksigen terlarut dalam media tanam hidroponik DWC (Manipatul Izzati, 2005).

## 4. Nutrisi

Nutrisi merupakan makanan yang dibutuhkan oleh tanaman. Biasanya nutrisi hidroponik berasal dari bahan kimia yang mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan tanaman tersebut. Banyaknya jenis pupuk kimia diadakan nutrisi untuk budidaya hidroponik seperti pupuk NPK mutiara dan nutrisi AB-Mix (Yos Sutiyoso, 2003).

Nutrisi adalah larutan kimia yang mengandung unsur-unsur yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya. Nutrisi merupakan makanan bagi tanaman dan bagian terpenting dalam pertumbuhan tanaman (Oktoyurnal dan Devi Harianti, 2005).

## 5. Suhu dan Kelembaban

Suhu merupakan derajat panas atau dinginnya suatu sistem. Tinggi rendahnya suhu akan mempengaruhi kondisi pertumbuhan tanaman. Alat yang digunakan untuk pengukuran suhu adalah termometer. Perubahan suhu dan kelembaban juga mempengaruhi kesuburan tanaman. Dalam sistem hidroponik DWC, alat yang digunakan untuk memberikan suhu dan kelembaban adalah alat elektronik berupa AC (Simon Pati, 2013).

## 6. pH

pH merupakan derajat keasaman suatu larutan nutrisi hidroponik. Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter. pH berperan penting dalam pertumbuhan tanaman karena derajat keasaman larutan bisa membuat tanaman akan tumbuh segar jika kebutuhan tanaman terpenuhi dan sebaliknya, tumbuhan akan mati jika pH terlalu tinggi atau terlalu kecil dan tidak terpenuhi kebutuhan tanaman (Yos Sutiyoso, 2003).

Derajat keasaman atau pH dengan kisaran 1 – 14. Kondisi larutan pada pH 1 sangatlah asam dengan banyak sekali kation  $H^+$ . Pada pH 14, kondisinya sangat alkalis dengan banyak sekali anion  $OH^-$ . Pada pH 7, jumlah kation  $H^+$  berimbang dengan jumlah anion  $OH^-$  sehingga kondisi netral. Kisaran pH 5,5 – 6,5 dengan angka optimal 6,0, jika angka 5,5 dan di atas angka 6,5. Beberapa unsur mulai mengendap sehingga tidak dapat diserap oleh akar dan akibatnya tanaman akan mengalami defisiensi unsur (Yos Sutiyoso, 2004). Sedangkan EC yang digunakan untuk tanaman hidroponik diperuntukkan per tahap kegiatan sebagai berikut.

- a. Pada saat persemaian digunakan EC sebesar 1,0 – 1,2 mS/cm.
- b. Pada tanaman sayuran daun yang digunakan EC 1,5 – 2,5 mS/cm.
- c. Pada tanaman sayuran buah, dalam fase vegetatif digunakan EC 2,0 – 2,5 mS/cm.

pH merupakan faktor yang penting untuk dikontrol. Formula nutrisi yang berbeda mempunyai pH yang berbeda, karena garam-garam pupuk mempunyai tingkat keasaman yang berbeda jika dilarutkan dalam air. Garam seperti monokalium fosfat, tingkat keasamannya lebih rendah dari pada kalsium nitrat (Bug Bee, 2003).

Untuk mendapatkan hasil yang baik, pH larutan yang direkomendasikan untuk tanaman sayuran pada kultur hidroponik adalah antara 5,5 sampai 6,5 (Marvel 1974). Ketersediaan Mn, Cu, Zn, dan Fe berkurang pada pH yang lebih tinggi, dan sedikit ada penurunan untuk ketersediaan P, K, Ca, dan Mg pada pH yang lebih rendah. Penurunan ketersediaan nutrisi berarti penurunan serapan nutrisi oleh tanaman (Yos Sutiyoso, 2003).

Ada banyak larutan bahan kimia yang sering dianjurkan untuk menurunkan pH larutan pupuk hidroponik, di antaranya ialah asam nitrat, asam sulfat, asam fosfat, asam cuka, dan asam semut (Yos Sutiyoso, 2004). Beberapa kelebihan dan kekurangan dari masing-masing jenis larutan asam tersebut:

- a. Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Asam ini sangat berguna untuk menurunkan Ph, akan tetapi sangat berbahaya jika terkena bagian dari tubuh, jika terkena kulit akan mengelupas, jika terkena baju akan bolong dan cara melarutkannya yaitu perbandingan 1 : 9.
- b. Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Asam ini juga berguna untuk menurunkan pH larutan pupuk, asam sulfat ini dapat mengoreksi keadaan bila terjadi gejala defisiensi unsur S pada tanaman. Asam sulfat ini sangat mudah didapatkan seperti air aki dengan kemasan botol plastik berwarna merah.
- c. Asam Fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Asam ini juga berguna untuk menurunkan pH larutan pupuk, melarutkan asam ini menggunakan perbandingan 1 : 9, reaksi asam fosfat agak lambat, tetapi pasti, terutama untuk meningkatkan konsentrasi fosfat di dalam larutan pupuk sehingga dapat digunakan untuk mengoreksi gejala defisiensi unsur P.
- d. Asam Cuka ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ). Asam ini merupakan asam lemah, sehingga dibutuhkan dalam jumlah banyak untuk dapat menurunkan sedikit angka pH.

Adapun larutan untuk menaikkan angka pH seperti kalium hidroksida, natrium hidroksida, kapur tohor, dan kapur tembok (Yos Sutiyoso, 2003). Kelebihan dan kekurangan masing-masing meningkatkan pH sebagai berikut.

- a. Kalium Hidroksida (KOH). Larutan ini digunakan untuk menaikkan pH larutan pupuk. Hal ini disebabkan dengan menggunakan KOH maka ada penambahan unsur K di dalam larutan pupuk karena sangat dibutuhkan tanaman.

- b. Natrium Hidroksida (NaOH). Larutan NaOH jarang digunakan karena unsur Na yang ditambahkan dalam larutan pupuk tidak dibutuhkan oleh tanaman.

Kapur Tohor (CaO). Kapur tohor memiliki daya larut yang sangat buruk karena bisa membuat penyumbatan pada jaringan pipa (Yos Sutiyoso, 2003).

#### **D. *Electroconductivity* atau EC**

*Electroconductivity* merupakan faktor yang wajib diperhatikan dalam pemberian nutrisi hidroponik. Elektrokonduktifiti (EC) atau aliran listrik dalam air digunakan untuk mengetahui cocok tidaknya larutan nutrisi untuk tanaman, karena kualitas nutrisi sangat bergantung pada keberhasilan produksi, sedangkan kualitas nutrisi ataupun pupuk tergantung pada konsentrasinya. Jika nilai EC tinggi akan menyebabkan tanaman tidak dapat menyerap unsur hara karena konsentrasi garamnya yang tinggi tidak dapat akar tanaman menyerap air nutrisi (Wijayani dan Widodo, 2005).

Nilai EC juga berpengaruh pada kecepatan penyerapan unsur hara pada tanaman, jika nilai EC besar maka penyerapan unsur hara pada tanaman berlangsung secara cepat, dan jika nilai EC kecil maka penyerapan unsur hara pada tanaman berlangsung secara lambat (Sutiyoso, 2003). Pemberian larutan nutrisi atau pupuk pada sistem hidroponik adalah pengontrolan konduktivitas elektrik atau "*electroconductivity*" (EC) atau aliran listrik di dalam air dengan menggunakan alat EC meter. EC ini untuk mengetahui cocok tidaknya larutan nutrisi untuk tanaman, karena kualitas larutan nutrisi sangat menentukan keberhasilan produksi, sedangkan kualitas larutan nutrisi atau pupuk tergantung pada konsentrasinya (Yos Sutiyoso, 2004).

Semakin tinggi garam yang terdapat dalam air, semakin tinggi EC-nya. Konsentrasi garam yang tinggi dapat merusak akar tanaman dan mengganggu serapan nutrisi dan air (Hochmuth dan Hochmuth 2003). Setiap jenis dan umur tanaman membutuhkan larutan dengan EC yang berbeda-beda. Kebutuhan EC disesuaikan dengan fase pertumbuhan, yaitu ketika tanaman masih kecil, EC yang dibutuhkan juga kecil. Semakin meningkat umur tanaman semakin besar EC-nya.

Tabel 19. Kebutuhan Ec dan pH Larutan Nutrisi bagi Beberapa Tanaman Sayuran

Jenis Sayuran	Ec mS/cm	pH
Brokoli	3,0 – 3,5	6,0 – 6,5
Kacang-kacangan	2,0 – 4,0	6,5
Tomat	2,0 – 5,0	6,0
Brussel Sprouts	2,5 – 3,0	6,5
Radish	1,4 – 1,8	6,5
Bawang Merah	2,0 – 3,0	6,0
Turnip	1,8 – 2,4	6,0
Kubis Bunga	1,5 – 2,0	5,5 – 6,6
Mentimun	1,0 – 2,5	6,5
Bawang Daun	2,0 – 3,0	6,5
Labu	1,7 – 2,6	5,5
Bayam	1,4 – 1,8	6,5
Pakcoy	1,7 - 2,1	7.0

Sumber: Yos Sutiyoso, 2004

Perhitungan nilai EC dilakukan dengan menggunakan EC meter. Satuan yang biasa digunakan untuk mengukur nilai EC yaitu ppm atau mS/cm, jika nilai EC terlalu tinggi, maka dapat menyebabkan tanaman menjadi rusak. Adapun ciri-ciri tanaman yang rusak akibat tingginya nilai EC adalah daun tanaman akan berubah warna menjadi kecoklatan mengering hangus, bahwa di dalam tanaman sel kehilangan air dan sitoplasma lepas dari dinding sel dan hal ini bisa menyebabkan tanaman menjadi mati (Yos Sutiyoso, 2003).

Mengukur tingkat kepekatan larutan nutrisi hidroponik dengan menggunakan alat ukur EC meter, biasanya mengalami kebingungan antara penggunaan satuan ppm dan EC (mS/m). Pertanyaannya bagaimana caranya mengkonversi antara satuan ppm dan EC?

## E. Nutrisi AB-Mix

Nutrisi hidroponik terdiri dari dua larutan, yaitu A-Mix merupakan larutan mengandung unsur hara makro sedangkan B-Mix larutan yang mengandung unsur hara mikro (Yos Sutiyoso, 2003). Adapun komponen yang terdapat pada nutrisi AB-Mix dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 20. Komponen Unsur Hara A-Mix

No	Unsur	Fungsi
<b>Nutrisi A</b>		
1	Nitrogen (N)	Membentuk DNA dan RNA
2	Fosfat (F)	Merangsang pertumbuhan akar tanaman
3	Kalium (K)	Sintesa protein
4	Kalsium (Ca)	Membentuk dinding sel (tahan penyakit)
5	Sulfur (S)	Penyusun asam amino
6	Magnesium (Mg)	Inti klorofil

Sumber: Yos Sutiyoso, 2003

Tabel 21. Komponen Unsur Hara B-Mix

No	Unsur	Fungsi
<b>Nutrisi B</b>		
7	Molibdenum (Mo)	Pembelahan dan pembentukan sel
8	Seng (Zn)	Katalisator dalam pembentukan dan pembelahan sel
9	Boron (Bo)	Membentuk selulosa
10	Mangan (Mn)	Membentuk energy
11	Tembaga (Cu)	Stabilisator klorofil
12	Khlor (Cl)	Membentuk fisik tanamn
13	Besi (Fe)	Proses pembentukan klorofil

Sumber: Yos Sutiyoso, 2003

AB-Mix terdiri dari dua bentuk, berupa bentuk cair dengan isi kemasan 500 ml dan berbentuk padatan berupa serbuk. Pada intinya nutrisi berbentuk cair itu berasal dari nutrisi yang berbentuk padatan (serbuk) (Umar Akhamdi & Syanoto, 2016). Adapun penjelasan dalam pembuatan pekatan A-Mix, maka dirincikan unsur yang terdapat dalam kandungan pupuk yang akan digunakan beserta keuntungan dan manfaatnya:

1. Meroke CALNIT (Kalsium Nitrat)



Gambar 24. Meroke CALNIT

Meroke CALNIT merupakan perpaduan dua unsur yaitu kalsium (Ca) dan Nitrate-N ( $N_{NO_3}$ ). Unsur hara kalsium (Ca) yang dikandung dalam meroke CALNIT adalah kalsium yang larut dalam air sehingga kalsium dalam bentuk yang tersedia dan dapat diambil oleh akar tanaman dan daun tanaman. Unsur hara kalsium(Ca) sangat penting untuk titik tumbuh tanaman seperti pucuk dan ujung-ujung akar. Kalsium juga sebagai bahan penguat dinding sel dalam jaringan tanaman. Sedangkan nitrogen yang dikandung dalam meroke CALNIT berbentuk Nitrat ( $N_{NO_3}$ ) mampu memberikan respons pertumbuhan tanaman yang lebih cepat karena dalam bentuk yang lebih tersedia dibandingkan dengan N-Amonium ( $N_{NH_3}$ ).

Adapun keuntungan dari meroke CALNIT ini sebagai berikut.

- a. Mengandung hara yang seimbang di setiap butiran pupuknya.

- b. Sumber Nitrat Nitrogen dan Kalsium yang larut air.
- c. Hara-hara dengan cepat tersedia.
- d. Penangan dan cara aplikasi yang mudah dan merata.
- e. Kualitasnya sudah terbukti.
- f. Biasa dipakai sebagai stok A dalam AB-Mix di pertanian Hidroponik.

Tabel 22. Spesifikasi Meroke CALNIT

Total Nitrogen (N)	15%
Nitrat-N	14,4%
Amonium-N	1,1%
Total Kalsium Oksida (CaO)	26,0%
Kalsium	18,3%
Berat jenis	1,1 kg/l
Granulometry (2-4 mm)	90%
Warna	Putih

## 2. Meroke KALIUM NITRA



Gambar 25. Meroke KALIUM NITRA



Meroke KALIUM NITRA adalah pupuk dengan bentuk kristal, putih bersih dengan Nitrogen (N) dan Kalium (K) larut air menjadi tanaman yang sesuai untuk tanaman hortikultura secara luas, berbentuk kristal yang mudah larut dalam air. Meroke KALIUM NITRA ini juga bisa diaplikasikan pada semua sistem fertigasi seperti hidroponik, sistem drip/tetes, springkel, sistem vipot, biasanya pupuk ini dipakai sebagai stok A dan B dalam AB-Mix di pertanian hidroponik.

Tabel 23. Spesifikasi Meroke KALIUM NITRA

Total N	13,5%
Nitrat-N	13,5%
Kalium (K <sub>2</sub> O)	45,5%
Kalium (K)	37,8%
Kelarutan (pada suhu 20C)	315 g/L
EC (1 g/L pada 25C)	1,3 mS/cm
pH (1% larutan)	8-9

#### Manfaat Meroke KALIUM NITRA

- a. Tanaman tumbuh dengan sehat dan memaksimalkan produktivitas jangka panjang.
- b. Hasil produksi meningkat dengan meningkatnya jumlah dan ukuran buah atau umbi.
- c. Meningkatnya kualitas, rasa, warna, kesegaran, dan daya simpan buah atau umbi.

### 3. Meroke MAG-S



Gambar 26. Meroke MAG-S

Meroke MAG-S merupakan pupuk larut air yang mengandung Magnesium (Mg) dan Sulfur (S) menjadi pilihan yang sesuai untuk tanaman hortikultura secara luas, kelarutannya dalam air sangat cepat. Meroke MAG-S juga sesuai diaplikasikan pada semua sistem fertisasi seperti hidroponik, sistem drip/tetes, springkel, dan sistem vipot.

Magnesium merupakan pusat atom dari molekul klorofil yang menjadi pigmen warna hijau pada daun. Magnesium berperan penting dalam metabolisme energi, protein, dan karbohidrat. Ketersediaan unsur hara magnesium yang optimal dapat menghasilkan hijau daun dan meningkatkan produksi asimilat untuk mendapatkan hasil produksi yang tinggi. Sedangkan sulfur menghasilkan protein dan meningkatkan kemampuan tanaman untuk memanfaatkan Nitrogen yang ada.

Gejala defisiensi Magnesium adalah tulang daun tetap hijau dan di antara tulang daun berwarna kuning yang dikenal dengan gejala tulang ikan dan biasanya terjadi pada daun dewasa. Sedangkan pada sulfur adalah di mana daun menguning dan hijau pucat yang terjadi pada daun muda.

Tabel 24. Spesifikasi Meroke MAG-S

Magnesium Oksida (MgO)	16,0%
Sulfur Trioksida (SO <sub>3</sub> )	32,5%

#### 4. Meroke MKP



Gambar 26. Meroke MKP

Meroke MKP merupakan pupuk dengan bentuk kristal, putih bersih dengan Fosfat (P) dan Kalium (K) larut air, menjadi pilihan yang sesuai untuk tanaman hortikultura secara luas. Meroke MKP tidak mengandung nitrogen, sehingga ideal sebagai sumber hara Fosfat (P) dan Kalium (K) untuk memenuhi kebutuhan saat pembuahan tanaman di mana pada fase ini hara Nitroget perlu dikontrol. Kompatibilitas Meroke MKP dapat dicampur dengan semua bahan pupuk-pupuk larut air lainnya kecuali dengan pupuk yang mengandung Kalsium larut air atau dengan larutan pekat Magnesium.

Tabel 25. Spesifikasi Meroke MKP Larut Air

Fosfat ( $P_2O_6$ )	52,0%
Fosfat (P)	22,7%
Kalium ( $K_2O$ )	34,0%
Kalium (K)	28,2%
Kelarutan (pada suhu 20 °C)	230g/L
EC (1 g/L pada suhu 25 °C)	0,7 ms/cm
pH ( 1% larutan)	4,5

## 5. Meroke SOP



Gambar 27. Meroke SOP

Pupuk Meroke SOP adalah pupuk majemuk pemberian unsur S tinggi (selain Kalium) yang sangat cocok untuk tanaman keluarga *Crustacea* (kubis, brokoli) dan bawang-bawangan. Pupuk ini juga sebagai pelengkap unsur N dan P dalam bentuk pupuk tunggal atau pun majemuk. Meroke SOP dengan kandungan rasio kalium dan sulfur yang seimbang dapat meningkatkan fungsi enzim, sintesa protein, dan pembentukan umbi sehingga hasil panen dan kualitas meningkat serta memperkaya rasa dan warna.

Tabel 26. Spesifikasi Meroke SOP

Kalium Oksida ( $K_2O$ )	50%
Sulfur (S)	17%

## 6. Meroke FLEX-G

Meroke FLEX-G merupakan pupuk majemuk lengkap larut air yang diformulasi khusus untuk pertanian. Berbentuk kristal yang dapat dipakai untuk pupuk daun ataupun dikocorkan untuk tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan. Mengandung nutrisi mikro lengkap dalam bentuk pekat. Meroke FLEX-G bila dikombinasikan dengan Meroke CLANIT dan Meroke MAG-S akan menjadi perpaduan yang baik untuk meracik AB-Mix di beberapa jenis tanaman hidroponik.



Gambar 28. Meroke FLEX-G

Tabel 27. Spesifikasi Meroke FLEX-G

Total Nitrogen (N)	8,0%
Nitrat-Nitrogen (NO <sub>3</sub> -N)	8,0%
Amonium Nitrogen (NH <sub>4</sub> -N)	0,0%
Urea-Nitrogen (NH <sub>2</sub> -N)	0,0%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9,0% (3,9% P)
K <sub>2</sub> O	39,0% (32,4% K)
Magnesium Oksida (MgO)	3,0% (1,8% Mg)
Sulfur Oksida (SO <sub>3</sub> )	10,0% (4,0% S)
Sulfur (S)	4,000%
Boron (B)	0,029%
Molibdenum (Mo)	0,005%
Cu-EDTA	0,006%
Fe-DTPA	0,140%
Fe-EDDHA	0,010%
Mn-EDTA	0,050%
Zn-EDTA	0,032%

Kalium untuk produksi dan kualitas panen.

- a. Kalium mengatur keseimbangan air dalam sel dan kehilangan air melalui transpirasi.
- b. Merangsang pertumbuhan batang yang kuat.
- c. Lebih tahan terhadap hama penyakit.
- d. Berperan dalam pertumbuhan bunga dan buah.
- e. Meningkatkan warna rasa dan kualitas daya simpan buah dan sayur.

Dari semua jenis pupuk memiliki manfaat yang sama, yaitu:

- a. Tanaman tumbuh dengan sehat dan memaksimalkan produktivitas jangka panjang.
- b. Hasil produksi meningkat dengan meningkatnya jumlah dan ukuran buah atau umbi.
- c. Meningkatnya kualitas, rasa, warna, kesegaran, dan daya simpan buah atau umbi.

#### **F. Pengaruh Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)**

Pada temperatur 25°C, oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) dapat mencapai konsentrasi 10 ppm pada lapisan teratas yang langsung berhubungan dengan udara. Jika temperatur diturunkan menjadi 20°C maka konsentrasi oksigen terlarut meningkat menjadi 12 ppm dan begitu juga sebaliknya. Jika temperatur larutan naik menjadi 30°C maka konsentrasi oksigen terlarut menjadi turun menjadi 6 ppm (Yos Sutiyoso, 2004). Konsentrasi oksigen terlarut merupakan parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas perairan. Konsentrasi oksigen ditentukan oleh keseimbangan antara produksi dan konsumsi oksigen dalam ekosistem. Oksigen diproduksi oleh komunitas autotrof melalui proses fotosintesis dan dikonsumsi oleh semua organisme melalui pernapasan. Di samping itu, oksigen juga diperlukan untuk perombakan bahan organik dalam ekosistem.

## G. Sensor pH

Pada prinsipnya sistem sensor pH terdiri dari elektroda pH yang digunakan untuk mendeteksi banyaknya ion  $H^+$  dari suatu cairan, dan didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat di dalam elektroda gelas (membrane gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat di luar elektroda gelas yang tidak diketahui. Elektroda pH yang paling modern terdiri dari kombinasi tunggal elektroda referensi (*reference electrode*) dan elektroda sensor (*sensing electrode*). Elektroda ini memonitor perubahan voltase yang disebabkan oleh perubahan aktivitas ion hidrogen ( $H^+$ ) dalam larutan sehingga pH larutan dapat diketahui (Refendi Sinaga, 2012).



Gambar 29. Sensor pH

### 1. Arduino Uno R3

Alat sensor yang digunakan adalah arduino. Arduino merupakan papan elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat sebuah *chip mikrokontroler* yang dihubungkan ke komputer sehingga pengontrolan pH melalui layar komputer. Tujuan dari menanamkan program mikrokontroler adalah untuk membaca input, prosen, dan output dalam rangkaian elektronik (Eko Ihsanto dan Sadri Hidayat, 2014).

Ardiuno Uno V3.0 dari DFRobot adalah papan komputasi dunia fisik ukuran kecil untuk akademisi atau pengembangan. Ini adalah papan *mikrokontroler* sederhana yang sepenuhnya kompatibel dengan lingkungan pengembangan sumber terbuka Arduino UNO R3. Lingkungan ini mengimplementasikan bahasa Pemrosesan/ Pengkabelan.

Arduino dapat digunakan untuk mengembangkan objek interaktif yang berdiri sendiri atau dapat dihubungkan ke perangkat lunak di komputer.

Papan ini memiliki fitur ATmega16U2 yang diprogram sebagai konverter USB ke serial. Bonus tambahan adalah bahwa DFRduino kami masih menggunakan paket AVR Chip DIP. Anda dapat menghapusnya untuk memperbarui atau memprogram ulang *firmware chip*, atau bahkan menemukannya pada proyek yang sudah jadi, lebih padat.

Komponen perangkat keras:

- a. DFRduino UNO R3 - Arduino Kompatibel, TMC260 Stepper Driver Motor Shield Untuk Arduino, Bipolar Stepper Motor dengan Planet Gear Box (18kg.cm).
- b. DFPlayer - Mini MP3 Player Untuk Arduino, Gravity: Digital PIR (Motion) Sensor Untuk Arduino.



Gambar 30. Ardiuno R3

Spesifikasi Arduino R3.

- a. Mikrokontroler: ATmega328 (Paket DIP)
- b. Tegangan Operasi: 5V
- c. Input Voltage (disarankan): 7 ~ 12V
- d. Tegangan Input (batas): 6 ~ 20V
- e. Digital I / O Pins: 14 (dimana 6 menyediakan output PWM)



- f. Pin Input Analog: 6
- g. Arus DC per Pin I / O: 40 mA
- h. Arus DC untuk 3.3V Pin: 50 mA
- i. Memori Flash: 32 KB yang 2KB digunakan oleh *bootloader*
- j. SRAM: 2 KB (ATmega328)
- k. EEPROM: 1 KB (ATmega328)
- l. Kecepatan Clock: 16 MHz
- m. Ukuran: 75 x 54 x 15 mm (2,95 x 2,13 x 0,59 ")
- n. Ramah Lingkungan: Kepatuhan Rohs

## H. Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L*)

Pakcoy (*Brassica rapa* kelompok *Chinensis*; suku sawi-sawian atau *Brassicaceae*) merupakan jenis sayuran yang populer. Sayuran yang dikenal pula sebagai sawi sendok ini mudah dibudidayakan dan dapat dimakan segar (biasanya dilayukan dengan air panas). Pakcoy juga disebut sawi hijau karena fungsinya mirip, meskipun sawi sendok lebih kaku teksturnya serta ukurannya cenderung lebih kecil dan meroset (Anis Wahyuningsih, 2016).

Jenis sayuran ini mudah tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi. Bila ditanam pada suhu sejuk, tumbuhan ini akan cepat berbunga. Karena biasanya dipanen seluruh bagian tubuhnya. Sayuran ini biasanya digunakan dalam bahan sup atau penghias makanan (Siska Fajriani, 2016).

Potensial ion hidrogen (pH) berpengaruh penting terhadap larutan nutrisi yang menggunakan sistem hidroponik pada tanaman. Jika nilai PH tinggi maka yang akan terjadi yaitu pengendapan unsur hara mikroskopis berupa klorin (Cl). Jika nilai PH rendah, maka yang akan terjadi yaitu daya larut unsur akan menurun dan daya serap unsur hara pada tanaman akan berkurang. pH larutan yang digunakan untuk tanaman pakcoy kisaran 6,5 – 6,8 kandungan larutan nutrisi mempengaruhi perubahan PH pada sistem hidroponik (Izzati, 2016).

## I. Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam pelaksanaan praktikum adalah sebagai berikut.

Tabel 28. Alat yang Digunakan

No	Alat	Fungsi	Kebutuhan	Satuan
1	pH meter	Mengukur derajat keasaman	1	Buah
2	EC meter	Mengukur <i>Elektrokonduktifity</i>	1	Buah
3	Pompa	Memompakan air	1	Buah
4	Rak hidroponik	Tempat tanaman yang akan di tanam	1	Buah
5	Ember	Mengangkat air	1	Buah
6	Gelas ukur	Menakar nutrisi yang akan diberikan	1	Buah
7	Rol	Mengukur tanaman	2	Buah
8	Nampan	Tempat pembibitan	1	Buah
9	Kamera/ hp	Pengambilan gambar kegiatan	1	Buah
10	Alat tulis	Mencatat data pengamatan	1	Buah
11	Sprayer	Penyiraman tanaman	1	Buah
12	Timbangan	Menimbang hasil panen	1	Buah
13	Batu apung	Pemberian oksigen pada akar tanaman	18	Buah
14	Arduino	Sebagai sistem kontrol	1	Unit
15	Sensor Ph	Alat pengukur kadar pH	1	Unit
16	Net pot	Pot tanam	45	Buah

17	Steyrofoam	Penyangga net pot	9	Lembar
18	Wadah plastik ukuran 40 x 25 x 11	Media tanam	18	Buah

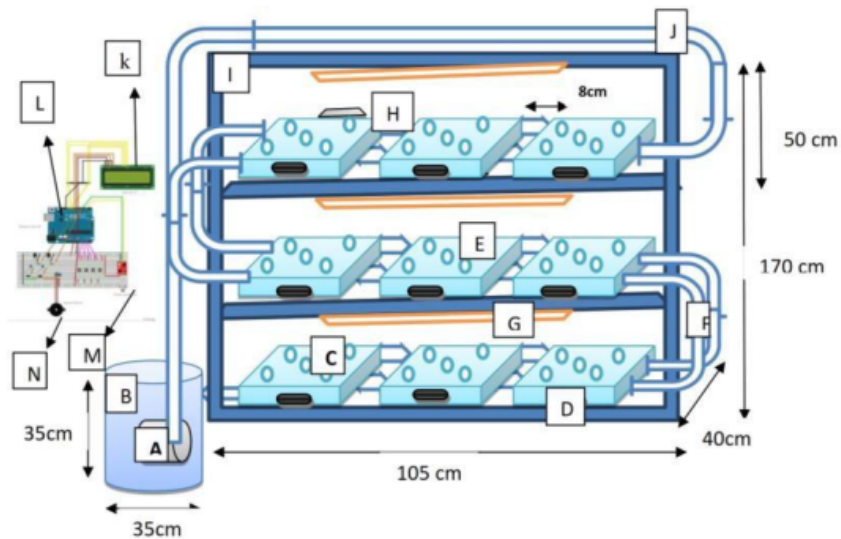
Peralatan yang digunakan secara umum adalah untuk pembuatan sistem hidroponik DWC. Alat pengamatan data secara manual serta peralatan untuk pengontrolan menggunakan sensor pH.

Adapun bahan yang digunakan dalam pengerjaan praktikum <sup>1</sup> ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 29. Bahan yang Digunakan**

No	Bahan	Fungsi	Kebutuhan	satuan
1	Benih pakcoy	Tanaman hidroponik	1	Bungkus
2	Bibit pakcoy	Tanaman hidroponik	45	Batang
3	Rockwol	Media tanam	50	cm
4	Meroke MAG-S	B-Mix	150	gram
5	Meroke MKP	B-Mix	30	gram
6	Meroke SOP	B-Mix	4	gram
7	Meroke FLEX-G	B-Mix	2	gram
8	Meroke CALNIT	A-Mix	220	gram
9	Meroke KALINITRA	A-Mix	110	gram
10	Meroke MAKRO Fe	A-Mix	7	gram
11	Air	Media tanam beserta larutan hidroponik	164	liter
12	Pipa	Mengalirkan air	5	Batang

## J. Desain Alat



Gambar 31. Desain Rak Hidroponik

Ada beberapa komponen dalam desain hidroponik tipe DWC yang wajib kita pahami adalah sebagai berikut.

1. Pompa merupakan motor penggerak air untuk mengalirkan media hidroponik keseluruhan sistem DWC.
2. Tabung nutrisi merupakan tabung utama untuk tempat penambahan air dan nutrisi hidroponik dan juga tempat mengukur kebutuhan air tanaman pada hidroponik ini. Dengan ukuran tabung nutrisi hidroponik sebagai berikut.
  - a. Tinggi tabung 35 cm
  - b. Diameter dalam tabung 35 cm
  - c. Tinggi muka air tabung 20 cm
3. Net pot merupakan pot media tanam hidroponik yang digunakan dalam sistem hidroponik DWC *hidroponik indoor*.
4. DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan oksigen terlarut yang berfungsi untuk memberikan oksigen pada akar tanaman sehingga akar tanaman tidak busuk sedangkan alat yang digunakan adalah batu apung dan motor penggerak disebut dengan *air compressor*.

5. Wadah nutrisi merupakan wadah media tanam pada hidroponik tipe DWC. Ukuran wadah nutrisi hidroponik sebagai berikut.
  - a. Panjang panci 40 cm
  - b. Tinggi panci 11 cm
  - c. Lebar panci 25 cm
  - d. Tinggi air dalam panci 8 cm
6. Pipa penghubung merupakan pipa untuk mengalirkan air ke wadah kebawah dan air mengalir supaya semua wadah terisi penuh.
7. Sumber cahaya yang digunakan adalah growth LED, UV lamp, dan lampu biasa.
8. Pipa penghubung merupakan pipa untuk mengalirkan air ke wadah bagian bawah dan air mengalir supaya semua wadah terisi penuh.
9. Rak hidroponik merupakan suatu komponen utama pada hidroponik karena rak ini berfungsi sebagai tempat penopang sistem hidroponik. Dengan rincian peralatan dalam merakit rak hidroponik sebagai berikut.

Tabel 30. Peralatan Rak Hidroponik

No	Nama alat	Ukuran (cm)	Jumlah
1	Panjang rak/ Pipa besi	105	8 batang
2	Lebar rak/ pipa besi	40	8 batang
3	Tinggi rak/ pipa besi	170	4 batang
4	Wadah nutrisi hidroponik 3/rak	P = 40 L= 25 T= 11	18 unit
5	Lampu uv 4 unit/ rak	-	12 unit
6	Tabung nutrisi	-	1 unit
7	Pompa	-	1 unit
8	<i>Styrofoam</i>	P = 40 cm	9 lembar

		L = 28 cm	
		D lobang = 5 cm	

Komponen rak hidroponik ini akan dirangkai sedemikian rupa berbentuk rak persegi empat memiliki tiga lantai rak, tinggi antarrak yaitu 50 cm, setiap lantai rak<sup>33</sup> letakan 3 buah wadah nutrisi hidroponik dengan ukuran wadah yaitu panjang 40 cm lebar 25 cm dan tinggi 11cm, maka pada rak hidroponik terdapat 18 buah wadah nutrisi dengan jarak antarwadah yaitu 8 cm.

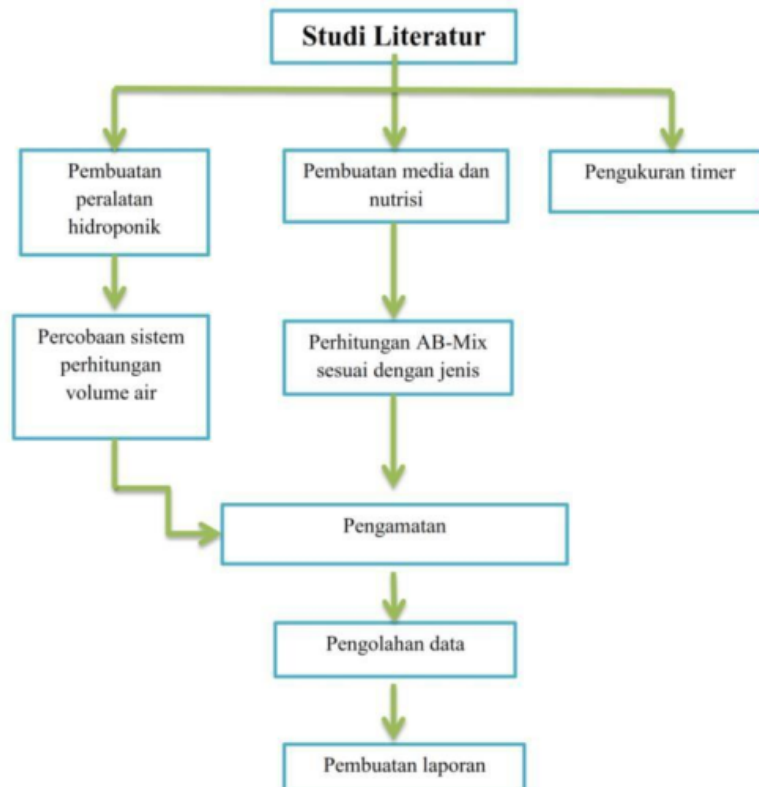
Pada langit-langit rak akan dipasangkan lampu UV. Setiap rak terdapat 4 lampu UV sehingga pada rak hidroponik banyak lampu yang digunakan yaitu 12 unit.

Dalam merancang media *hidroponik indoor* dengan tipe DWC kita menggunakan *styrofoam* sebagai penyangga netpot. Setiap *styrofoam* di potong dengan ukuran 28 cm x 40 cm dan setiap lembar *styrofoam* di beri lobang dengan ukuran diameter 5 cm dengan susunan lobang sisi samping 2 kiri, 2 kanan, dan 1 tengah.

10. Pipa utama merupakan pipa yang mengalirkan air dari tabung nutrisi menuju wadah nutrisi. Pipa yang digunakan berukuran 0,5 inci.
11. LCD 16x2<sup>97</sup> merupakan suatu media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama yang mampu menampilkan tulisan, simbol dan gambar. *Liquid Crystal Display* terdiri dari 2 bagian, bagian yang pertama adalah sebagai panel untuk menampilkan informasi berupa angka atau tulisan 2 baris yang mana masing-masing baris mampu menampung 16 karakter.
12. Arduino<sup>93</sup> adalah sebuah *platform open source* elektronik yang memiliki dua bagian berupa *hardware* dan *software*. *Hardware* yaitu papan untuk input dan output data.
13. Probe sensor pH merupakan tempat untuk meletakkan alat sensor pH yang digunakan untuk mengambil data secara otomatis.

14. Alarm/ *buzzer* merupakan alarm dalam pengecekan data. Dari *buzzer* terdapat dua komponen air basa dan asam. Larutan ini bekerja secara otomatis mengendalikan nutrisi hidroponik DWC, sehingga dari data pengecekan terdapat adanya perselisihan dari pengambilan data secara manual dari data pengecekan terjadilah selisih sebesar 0,5 sampai 2.

### K. Flow Diagram



Gambar 32. Flow Diagram

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan kegiatan pengumpulan literatur dari semua sumber mengenai hidroponik tipe DWC. Pengumpulan literatur diambil dari berbagai sumber seperti buku mengenai hidroponik di perpustakaan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, jurnal mengenai hidroponik pada *Google Scholar*, dan sumber jurnal lainnya yang diakui.

## 2. Pembuatan Peralatan Hidroponik

Pembuatan peralatan hidroponik merupakan langkah awal sebelum melakukan penanaman secara hidroponik DWC. Kegiatan awal yang mencakup dalam pembuatan peralatan hidroponik ini seperti mendesain tempat/ruangan, pendesainan rak hidroponik, pendesainan tata letak media hidroponik.

## 3. Percobaan Perhitungan Volume Air

Dalam menghitung volume air, kebutuhan hidroponik DWC ini dengan cara sebagai berikut.

- 1) Volume tabung nutrisi hidroponik

$$V = \pi r^2 t$$

4

Keterangan:

V = Volume

r = Jari-jari

t = Tinggi Tabung

Diketahui:

Diameter bak = 35 cm  $\rightarrow$  jari-jari tabung = 17,5 cm

Tinggi muka air tabung = 20 cm

Rumus yang digunakan

$$V = 3,14 \times 17,5^2 \times 20 = 19.232,5 \text{ cm}^3$$

$$19232,5 \text{ cm}^3 : 1000 = 19,2325 \text{ dm}^3$$

$$19,2325 \text{ dm}^3 = 19,2325 \text{ l}$$

Jadi volume tabung nutrisi, yaitu 19,2325 l



2) Volume wadah hidroponik

$$V = P \times L \times T$$

1

Keterangan:

V = Volume

P = Panjang

L = Lebar

T = Tinggi

Diketahui:

Panjang panci = 40 cm

Lebar panci = 25

Tinggi air panci = 8 cm

Jumlah panci = 18 buah

$$V = 40 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$$

$$V = 8000 \text{ cm}^3$$

$$V = 8000 \text{ cm}^3 : 1000$$

$$V = 8 \text{ dm}^3$$

$$V = 8 \text{ liter}$$

Jadi volume air untuk satu wadah nutrisi hidroponik adalah 8 liter, maka untuk satu rak atau untuk 18 buah wadah adalah

$$8 \text{ liter} \times 18 = 144 \text{ liter}$$

:

Sehingga untuk semua volume air pada sistem hidroponik DWC ini adalah:

$$\begin{aligned} & \text{Volume tabung nutrisi + volume total wadah} \\ & = 19,2325 \text{ liter} + 144 \text{ liter} \\ & = 163,2325 \text{ liter} \end{aligned}$$

Dalam pengisian air seluruh sistem hidroponik DWC dibutuhkan lebih kurang 8 galon air isi ulang, dengan pH awal rata – rata 7,1.

#### 4. Pembuatan Media dan Nutrisi

Pembuatan media dan nutrisi merupakan pendisaianan pembuatan media sebagai penyangga tanaman, dan bahan dalam pembuatan nutrisi hidroponik tipe DWC, yaitu pupuk kimia meroke yang dilarutkan ke dalam air sehingga terbentuk larutan nutrisi A-Mix dan nutrisi B-Mix.

##### a. Pembuatan Media

Dalam sistem hidroponik DWC kita menggunakan media berupa *rockwool*, cara menggunakan *rockwool* sebagai media hidroponik ini sebagai berikut.

Biasanya *rockwool* itu memiliki panjang 100 cm dengan ketebalan 10 cm.

- 1) Siapkan nampan
- 2) Potong *rockwool* sepanjang nampan
- 3) Belah *rockwool* menjadi dua bagian
- 4) Letakan *rockwool* kedalam nampan
- 5) Tambahkan air sampan *rockwool* basah merata
- 6) Potong dadu *rockwool* dalam nampan tersebut
- 7) Selanjutnya media tanam sudah bisa digunakan untuk pembibitan

## b. Pembuatan Nutrisi

<sup>94</sup> Nutrisi hidroponik yang digunakan yaitu AB-Mix. Dalam pembuatan nutrisi hidroponik ini pembuatannya dipisah, nutrisi A-Mix dan B-Mix. Dalam takaran nutrisi digunakan dari buku panduan pupuk Meroke. Pupuk yang digunakan adalah pupuk khusus yang memiliki kelarutan terhadap air lebih dari 95%.

Adapun cara pembuatan nutrisi A-Mix adalah sebagai berikut.

- 1) Siapkan semua pupuk kimia (meroke) yang akan kita kombinasikan untuk pembuatan nutrisi A-Mix.



Gambar 33. Pupuk Kimia Meroke untuk Nutrisi A-Mix

- 2) Siapkan air AC sebanyak 1 liter sebagai pelarut dalam pembuatan larutan nutrisi A-Mix.
- 3) Masukkan pupuk meroke menggunakan sendok takar. Dengan rincian takaran sebagai berikut ini.
  - a) Meroke kalinitra : 110 gram
  - b) Meroke calnit : 210 gram
  - c) Meroke mikro FE 6% : 7 gram

Sehingga dihasilkan pH larutan nutrisi A-Mix 8,7

- 4) Aduk larutan nutrisi sampai rata.

- 5) Tuangkan nutrisi ke dalam jerigen 2 liter untuk menyimpan larutan nutrisi A-Mix.
- 6) Tutup dan ditambahkan dengan plastik agar tidak kedap udara.

Pembuatan nutrisi B-Mix adalah sebagai berikut.

- a. Siapkan pupuk kimia (meroke) untuk pembuatan nutrisi B-Mix.



Gambar 34. Pupuk Kimia Meroke untuk Nutrisi B-Mix

- b. Sediakan air AC sebanyak 1 liter.
- c. Masukkan pupuk kimia Meroke untuk B-Mix dengan sendok takar. Dengan rincian takaran sebagai berikut.
  - a) Meroke MAG-S : 150 gram
  - b) Meroke SOP : 5 gram
  - c) Meroke FLEX-G : 2 gram
  - d) Meroke MKP : 30 gram

Sehingga dihasilkan pH nutrisi hidroponik B-Mix 3,7

- d. Aduk sampai semua pupuk larut dalam air.
- e. Masukkan ke dalam jirigen untuk penyimpanan nutrisi yang sudah disiapkan.

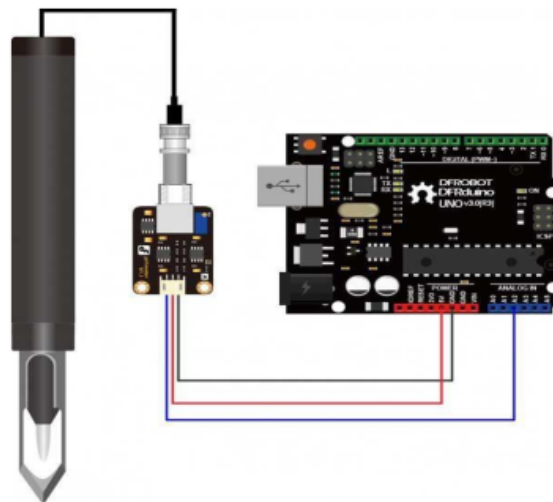
## 5. Perhitungan AB-Mix Sesuai dengan Jenis

Perhitungan AB-Mix sesuai dengan jenisnya ini adalah dalam melarutkan pembuatan larutan nutrisi A-Mix atau B-Mix digunakan perhitungan dosis dengan kebutuhan nutrisi tanaman. Jadi dalam melarutkan Meroke berbagai jenis dalam air satu liter itu menggunakan perhitungan sesuai kebutuhan tanaman. Nutrisi diberikan ke dalam bak nutrisi hidroponik tipe DWC ketika penanaman, yaitu nutrisi A-Mix sebanyak 250 ml dan nutrisi B-Mix sebanyak 750 ml.

Untuk menaikkan nilai EC dan menjaga nilai pH maka dilakukan penambahan nutrisi A-Mix 100 ml per setiap pengukuran pagi dan penambahan nutrisi B-Mix 100 ml per setiap pengukuran sore hari. Sehingga didapatkan nilai pH dalam rentang 5,5 – 7,5.

## 6. Perancangan Sensor Kontrol pH

Pengendalian nilai pH menggunakan sistem kontrol, baik kontrol secara manual maupun secara otomatis. Pengendalian pH sangat penting karena pH nutrisi hidroponik akan berpengaruh<sup>69</sup> terhadap tumbuh tanaman. Sehingga pengontrolan secara manual dilakukan dua kali dalam satu hari pada waktu pagi dan sore hari. Berikut ini adalah dengan skema dari alat pengontrolan.



Gambar 35. Arduino pH Sensor Connection

Sumber: [https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Robot\\_Wiki](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Robot_Wiki)

Langkah menjaga alat sensor pHn:

- 1) Dilarang mengukur sampel padat keras dan sampel setengah padat yang mengandung partikel tajam.
- 2) Harap jaga colokan probe, papan pemancar sinyal (terutama konektor BNC) bersih dan kering.
- 3) Pemeriksaan pH ini adalah elektroda laboratorium, yang tidak cocok untuk pengujian *online* yang berkepanjangan. Karena itu, jangan merendam elektroda pada benda yang diukur untuk waktu yang lama.
- 4) Setelah menggunakan probe pH, harap bersihkan dengan hati-hati.
- 5) Komponen dari probe ini yang menyentuh benda-benda yang diukur memiliki cangkang ABS hitam, komponen kaca dan bahan karet silikon. Sebelum menguji objek, perlu untuk mengkonfirmasi bahwa objek yang diukur tidak berbahaya bagi material ini.
- 6) Tidak cocok untuk pengukuran: sampel berminyak, sampel dengan viskositas lebih tinggi, sampel dengan partikel lebih halus.
- 7) Ujung probe sangat penting untuk diperhatikan keamanan saat menggunakannya. Karena terbuat dari kaca.

## 7. Pengaturan Alat Disesuaikan dengan Kebutuhan pH Tanaman

<sup>32</sup> Sensor pH adalah sensor yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman<sup>37</sup> atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Cara kerja sensor pH terletak pada elektrode kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion  $H_3O^+$  di dalam larutan. Ujung elektrode kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat. Dan setelah pembacaan segera mencuci probe sensor dengan air kalibrasi, agar cairan nutrisi tidak merusak atau mempengaruhi probe sensor. Dalam pengamatan pengukuran dengan pH dan EC meter juga dilakukan untuk perbandingan data, namun data pembacaan hanya dicatat yang bersumber dari sensor. Karena pembacaan dari pH meter berselisih 0.5 –

1 angka dan pH meter sangat rentan jika tidak dirawat dengan benar atau setelah pembacaan larutan tidak segera dikeringkan.

## 8. Pembibitan

Untuk memulai pembibitan kita persiapkan dulu medianya seperti nampan, rockwool, dan air AC. Langkah-langkah pembibitan pakcoy adalah sebagai berikut.

- a. Kita mulai dengan memotong dadu *rockwool* menggunakan pisau katek.
- b. Selanjutnya *rockwool* disusun rapi dalam nampan.
- c. Tambahkan air AC ke dalam nampan sampai *rockwool* basah merata.
- d. Kemudian buat lubang bibit menggunakan lidi dan ditusuk pada tengah *rockwool*.
- e. Selanjutnya isi setiap lubang dengan satu biji benih.
- f. Lakukan penyemprotan dengan *sprayer* pada pagi dan sore hari. Umur benih ditanam ke media hidroponik yaitu umur 2 minggu.

## 9. Penanaman

Persiapan penanaman kita mulai dengan membersihkan media yang akan digunakan, seperti netpot, *styrofoam*, dan wadah nutrisi hidroponik. Cara penanaman yaitu sebagai berikut.

- a. Cuci dulu netpot tanaman sebelum tanaman dipindahkan ke dalam netpot.
- b. Selanjutnya tanamkan ke dalam netpot dengan akar tanaman terjuntai ke dalam nutrisi, tidak dibiarkan akar terlipat dalam netpot.
- c. Susun ke lobang *styrofoam* dan diberi nomor.
- d. Letakan di atas wadah nutrisi hidroponik.
- e. Data pengamat<sup>42</sup> tanaman diukur satu kali seminggu, data yang diambil berupa tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun.

## 10. Pengamatan Tanaman

Tanaman setiap pengambilan data kita lakukan pengamatan berupa kita ukur tinggi tanaman menggunakan rol yang dilakukan satu kali dalam seminggu. Begitu juga pembilinan data jumlah daun, dan data pengamatan tanaman seperti mengukur panjang akar tanaman<sup>16</sup> dilakukan satu kali ketika panen. Adapun data yang perlu diambil yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun.

Dalam penanaman secara hidroponik sistem *deep watter culture* ini juga mengukur kebutuhan air tanamannya. Langkah-langkah mengukur kebutuhan air tanaman sebagai berikut.

- a. Dengan cara mengukur tinggi air yang berkurang dalam tabung nutrisi hidroponik menggunakan rol.
- b. Catat tinggi air yang kurang.
- c. Tambahkan air dengan di takar menggunakan literan.

## 11. Panen

Memanen tanaman pakcoy berumur 7 minggu, cara pemanenan kita lakukan sebagai berikut.

- a. Perhatikan tanaman yang akan kita panen.
- b. Lakukan panen per urutan rak hidroponik, yaitu rak atas, rak tengah dan rak bawah.
- c. Pada saat panen kita mengambil data panjang akar, tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun.<sup>44</sup>
- d. Hasil panen kita timbang per rak hidroponik.

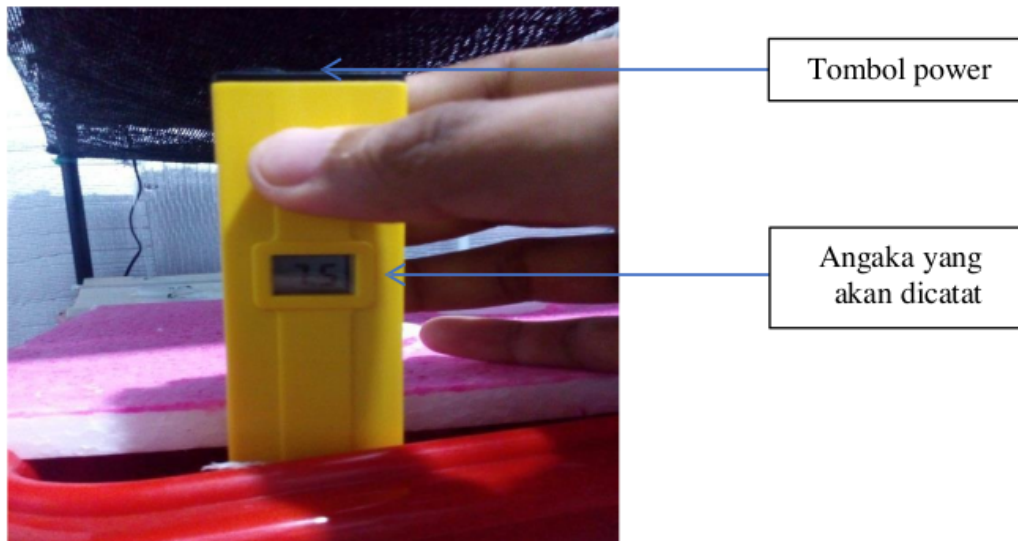
## 12. Pencatatan pH dan EC Nutrisi Hidroponik

### a. Pengukuran pH

Pengukuran pH awal yaitu pengukuran pH air galon dan pengukuran pH setelah ditambah nutrisi, cara pengukuran pH yaitu sebagai berikut.



- 1) Periksa alat pH meter terlebih dahulu sebelum digunakan.
- 2) Selanjutnya tekan tombol *power* pada bagian atas pH meter.
- 3) Dilanjutkan dengan celupkan bagian ujung pH meter ke dalam tabung nutrisi hidroponik.



Gambar 36. Pengukuran pH Nutrisi Menggunakan pH Meter

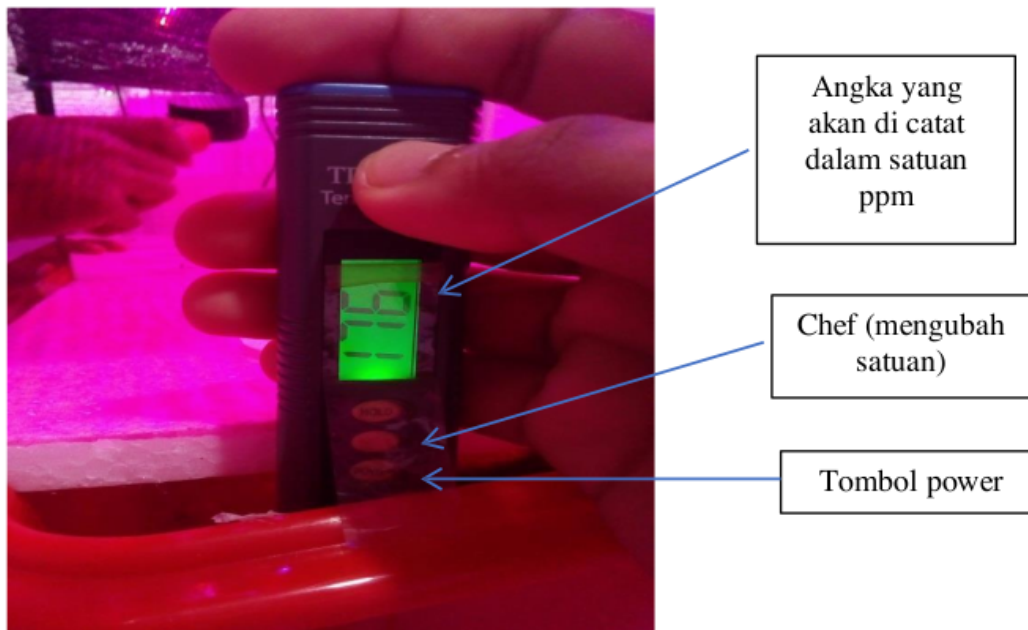
- 4) perhatikan angka yang keluar dan pastikan membaca pH sampai angkanya berhenti.
- 5) Catat data pH yang didapatkan, baik itu data sebelum ditambahkan nutrisi dan data setelah ditambahkan nutrisi. Untuk pengukuran pH ini dilakukan setiap hari pada pagi jam 07.00 dan sore jam 16.00 hari.

#### **b. Pengukuran EC**

Pengukuran EC ini bersamaan dengan pengukuran pH, cara pengukuran EC adalah sebagai berikut.

- 1) Periksa alat EC meter sebelum digunakan.
- 2) Tekan tombol *power* pada sisi depan alat EC meter untuk menghidupkan.

- 3) Selanjutnya celupkan bagian ujung EC meter ke dalam tabung nutrisi hidroponik.



Gambar 37. Pengukuran EC Nutrisi Hidroponik Menggunakan EC Meter

- 4) Perhatikan angka dan satuannya.
- 5) Catat angka untuk satuan ppm terlebih dahulu.
- 6) Ganti satuan EC meter dengan tekan tombol chef.
- 7) Satuan yang digunakan yaitu ppm dan ms/ cm.
- 8) Catat data pengukuran kedalam buku catatan.
- 9) Pengambilan data setiap pagi dan sore bersamaan pengambilan data pH.

Adapun data pengamatan dalam praktikum ini adalah sebagai berikut.

Tabel 31. Rata-Rata Data Pengamatan Nutrisi pada Hidroponik *Deep Watter culture/ Minggu*

Minggu	Tanggal	Nilai pH	Nilai EC (ppm)	Nilai EC ( $\mu\text{s/cm}$ )	Suhu	
					IN	OUT
1	16-10-2018	7,3	167,7	335	21,6	24,5
2	23-10-2018	7,4	178,3	357,2	20,8	24,8
3	29-10-2018	7,6	211,2	423	23,0	24,1
4	12-11-2018	6,6	155,5	317,7	21,3	25,1
5	19-11-2018	5,4	189,3	380,3	21,4	25,4
6	26-11-2018	5,3	242,9	485,8	21,0	25

Data rata-rata pengamatan nutrisi hidroponik tersebut berasal dari pengamatan setiap pagi dan sore yang dilakukan setiap hari. Data mentah dari data di atas dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 32. Rata-Rata data Pengamatan Tanaman pada Hidroponik *Deep Watter Culture*

No.	Minggu	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)
1	I	8,02	4
2	II	8,85	5
3	III	9,24	5
4	IV	9,52	5
5	V	9,54	5
6	VI	11,6	6

Rata-rata data pengamatan tanaman di atas didapatkan dari pengamatan tanaman yang dilakukan sekali dalam seminggu. Data mentah dari pengamatan tanaman tersebut bisa dilihat pada lampiran.

Tabel 33. Rata-Rata Data Pengamatan Tanaman Saat Panen Hidroponik *Deep Water Culture*

No.	Rak Hidroponik	Panjang Akar (cm)	Berat Tanaman (gr)
1	Atas	10,2	900 gr
2	Tengah	7,3	400 gr
3	Bawah	11,2	600 gr

Berdasarkan data pengamatan saat panen tersebut di atas, pengambilan data dibagi menjadi tiga sekmen, yaitu rak atas, rak tengah, dan rak bawah. Data mentah data tersebut dapat dilihat pada lembaran lampiran.

### c. Pengecekan Data dan Alat/ Hari

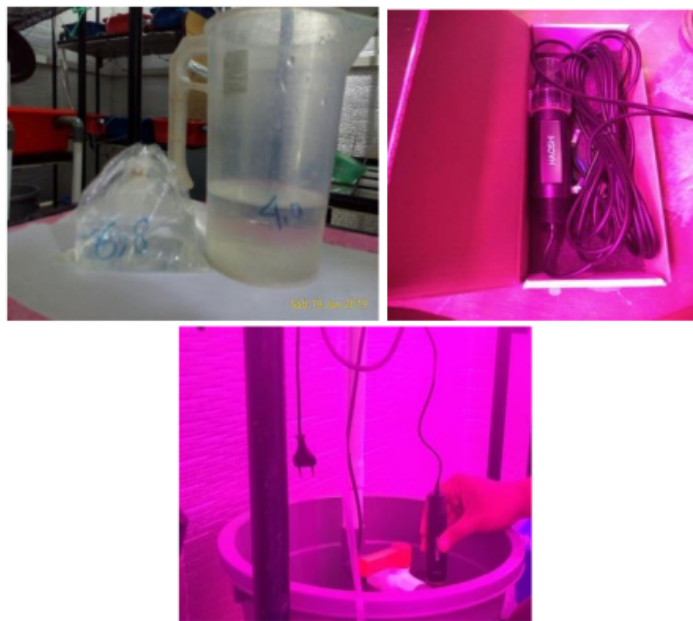
Pengambilan data dilakukan setiap pagi dan sore. Data yang diambil yaitu data pengukuran derajat keasaman (pH) nutrisi hidroponik menggunakan pH meter, pengambilan data EC menggunakan EC meter, dan pengukuran kebutuhan air tanaman yaitu dengan cara mengukur tinggi kekurangan air nutrisi hidroponik dari batas yang ditentukan, sebelum pengukuran dilakukan semua alat dicek terlebih dahulu.

Dalam pengecekan alat, ada beberapa hal penting yang sangat perlu dicek yaitu pengecekan probe dan keadaan sensor pH. Memastikan keseluruhan sistem berjalan dengan baik, memperhatikan apakah alarm berbunyi atau tidak. Kemudian melakukan pengukuran pH dan EC.

## L. Pengendalian PH dan EC Nutrisi Hidroponik

### 1. Alat Pembaca pH dan EC

60 Alat yang digunakan dalam sistem pembacaan pH dan EC menggunakan Arduino Uno R3 dengan sensor gravity DFRobot pH meter pro. Peralatan ini awalnya didesain dengan sistem penambahan air dan larutan nutrisi, namun saat penerapan dan uji coba. Solenoid valve atau kran otomatis tidak dapat berfungsi dengan baik sehingga sistem diganti dengan bunyi *buzzer* sebagai alarm saat batas pH maupun EC melewati ketentuan. Dan penambahan nutrisi maupun air dilakukan dengan manual.



Gambar 38. Foto Alat dan Air Kalibrasi Alat

### 2. Perawatan dan Kalibrasi Alat

Pengukuran pH dan EC dilakukan dengan mencelupkan sensor ke bak<sup>66</sup> nutrisi, kemudian melihat hasil pembacaan. Pengukuran dilakukan 2x dalam satu hari yaitu pada jam 07.00 dan 16.00. Selain menggunakan sensor pengukuran juga menggunakan pH meter dan EC meter sebagai faktor kalibrasi pembacaan data. Namun data yang diambil tetap dari sistem Arduino.

### 3. pH dan EC

#### a. Pengamatan pH Nutrisi Hidroponik

Dalam melarutkan nutrisi air yang digunakan adalah air galon isi ulang, dengan pH awal sebelum penambahan nutrisi adalah 7,1 dan dosis nutrisi yang digunakan 250 ml A dengan pH A mix 3,4 serta 750 ml B dengan pH B mix 8,1. Setelah penambahan nutrisi pH media hidroponik menjadi 7,7 dengan nilai EC 304  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Nilai pH awal ini masih terhitung tinggi, namun penambahan air maupun nutrisi tidak dilakukan karena air di bak nutrisi telah mencapai batas maksimal. Penambahan dilakukan setelah 1 hari berlangsung, jika dibutuhkan.

Berikut adalah hasil rata-rata pengamatan pH nutrisi hidroponik tipe DWC terhadap tanaman pakcoy dilihat pada tabel berikut.

Tabel 33. Rata-Rata Data Hasil Pengamatan pH Nutrisi Hidroponik

Minggu	Waktu Pengamatan	
	pH Pagi	pH Sore
Minggu I	7.41	7.34
Minggu II	7.48	7.44
Minggu III	7.6	7.67
Minggu IV	6.47	6.38
Minggu V	5.41	5.45
Minggu VI	5.25	5.33

Pengamatan pH dilakukan setiap hari dengan waktu pengamatan pagi dan sore hari. Hasil pada tabel di atas didapatkan dari angka pengamatan per hari dijumlahkan dan dirata-ratakan menjadi per minggu. Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa rata-rata pH pada minggu pertama sebesar 7,41 untuk pagi dan 7,34 untuk sore. Adanya peningkatan rata-rata pH pada minggu ketiga, sehingga pH menjadi 7,6 untuk pagi dan 7,67 untuk sore. Nilai pH



**b. Pengamatan EC (ppm) / EC ( $\mu\text{S/cm}$ ) Nutrisi Hidroponik**

Nilai EC menunjukkan nilai kandungan atau kepekatan nutrisi dalam media hidroponik. Semakin sering melakukan penambahan nutrisi AB mix maka nilai EC semakin tinggi. Dalam kegiatan ini batas capaian EC yang disarankan oleh pembimbing adalah 350 ppm hingga panen. Namun, dalam penerapan di lapangan, penambahan cairan nutrisi juga harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak mempengaruhi nilai pH secara signifikan.

Rata-rata hasil pengamatan nilai EC (ppm)/ EC ( $\mu\text{S/cm}$ ) dapat dilihat pada tabel berikut.

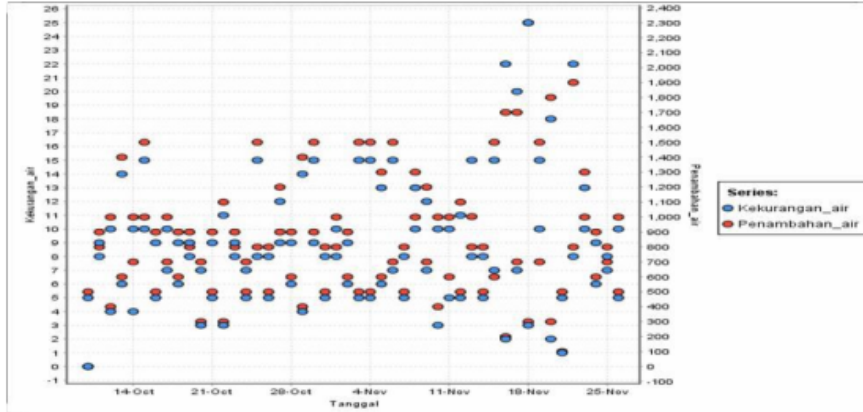
**Tabel 34. Rata-Rata Pengamatan EC (ppm) dan EC ( $\mu\text{S/cm}$ ) Nutrisi Hidroponik**

MINGGU	Waktu Pengamatan Pagi		Waktu Pengamatan Sore	
	EC (ppm)	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	EC (ppm)	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )
Minggu I	165,71	330,85	169,71	339,14
Minggu II	177,57	355,28	179	359,14
Minggu III	208	415,5	214,5	430
Minggu IV	165,42	329,42	164,57	342,57
Minggu V	192,42	386,57	196	394
Minggu VI	247,33	494,33	250	499,66

Hasil pengamatan dalam pengukuran EC dapat dilihat pada tabel di atas. Perubahan nilai EC pada pagi dan sore tidak terlalu jauh selisihnya, dari angka yang tertera pada tabel bahwa pada minggu pertama nilai rata-rata EC, yaitu 165,71 ppm atau 330,85  $\mu\text{S/cm}$  untuk pagi sedangkan pada sore ada peningkatan nilai EC sehingga rata-rata EC menjadi 169,71 ppm dan 339,14  $\mu\text{S/cm}$ . Nilai EC pada nutrisi hidroponik juga mempengaruhi tingkat kesuburan tanaman.

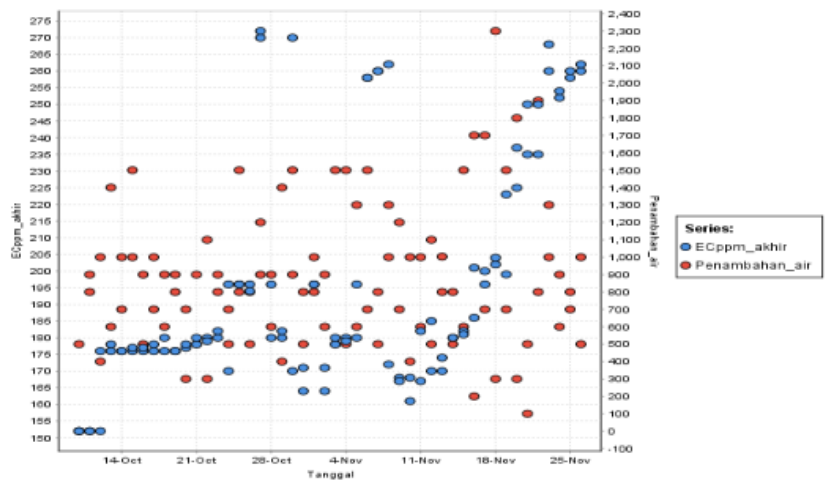


Penambahan air dilakukan berdasarkan kekurangan air pada batas bak nutrisi. Hal ini diimbangi dengan penambahan nutrisi A atau B sesuai dengan kondisi pH yang terbaca saat pengamatan.



Gambar 41. Grafik Kekurangan Air dan Penambahan Air

Kekurangan air paling banyak terjadi pada tanggal 18/11/2018 pada jam 16.00 WIB dengan kekurangan mencapai 25 mm dari batas bak nutrisi. Air yang ditambahkan sebanyak 2300 ml dengan nutrisi B 100 ml pH akhir 5,4. Suhu luar saat itu 26,3<sup>0</sup>C dan suhu ruang isolasi 19,3<sup>0</sup>C (Tabel terlampir). Hal ini diasumsikan terjadi penguapan yang cukup tinggi, karena saat itu *sprayer* tidak menyala dan kelembaban (RH) ruang isolasi 62%.



Gambar 42. Grafik Penambahan Air dan Pembacaan EC Setelah Penambahan

Penambahan air adalah penambahan media air saja tanpa nutrisi. Saat melakukan penambahan air, kegiatan diawali dengan pengukuran pH dan menambahkan nutrisi sesuai dengan acuan pengendalian pH dalam rentang 5,5 – 7,5. Setelah mencapai nilai pH baru penambahan air dilakukan hingga mencapai batas air pada bak nutrisi. Banyak penambahan air itulah yang menjadi data pengamatan untuk penambahan air.

38  
4. **Kebutuhan Air Tanaman**

Jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kehilangan air melalui evapotranspirasi tanaman yang tumbuh pada sistem hidroponik dengan kondisi ideal dan mencapai potensi produksi penuh pada lingkungan tumbuh.

a. **Kebutuhan air tanaman hidroponik**

Dalam menghitung kebutuhan air tanaman, batas kekurangan air pada garis bak nutrisi diambil rata-rata per minggu. Setelah itu kebutuhan air dihitung dengan formula volume tabung dengan tinggi yang digunakan adalah tinggi rata-rata dari kehilangan air terhadap garis batas bak nutrisi.

Tabel 35. Kebutuhan Air Tanaman Hidroponik

MINGGU	Tinggi Standar (TS)	Tinggi Permukaan (TP)	Penurunan Muka Air (TS- TP) (Cm)	Kebutuhan Air Tanaman (Liter)
MINGGU I	20	18,37	1,6	1,56
MINGGU II	20	17,74	2,2	2,17
MINGGU III	20	18,35	1,6	1,58
MINGGU IV	20	18,39	1,6	1,54
MINGGU V	20	18,42	1,5	1,51
MINGGI VI	20	18,34	1,6	1,59

$$V = \pi r^2 t$$

4

Keterangan:

V = volume

r = Jari-jari

t = Tinggi Tabung

Diketahui:

Dimeter tabung = 35 cm  $\rightarrow$  jari-jari tabung = 17,5

Tinggi tabung = 35 cm

Tinggi muka air tabung = 20 cm

Rumus yang digunakan

$$V = 3,14 \times 17,5 \times 17,5 \times 20 = 19232,5 \text{ cm}^3$$

$$19232,5 \text{ cm}^3 : 1000 = 19,2325 \text{ dm}^3$$

$$19,2325 \text{ dm}^3 = 19,2325 \text{ l}$$

Jadi volume nutrisi hidroponik adalah 19,2325 liter

Untuk mencari kebutuhan air tanaman menggunakan rumus:

$$V = \pi r^2 t$$

4

Keterangan : V = Volume

r = Jari-jari

t = Tinggi Kekurangan Air

Diketahui :  $\pi = 3,14$

r = 17,5 cm

t = 1,63 cm

$$v = 3,14 \times 17,5 \text{ cm} \times 17,5 \text{ cm} \times 1,63 \text{ cm}$$

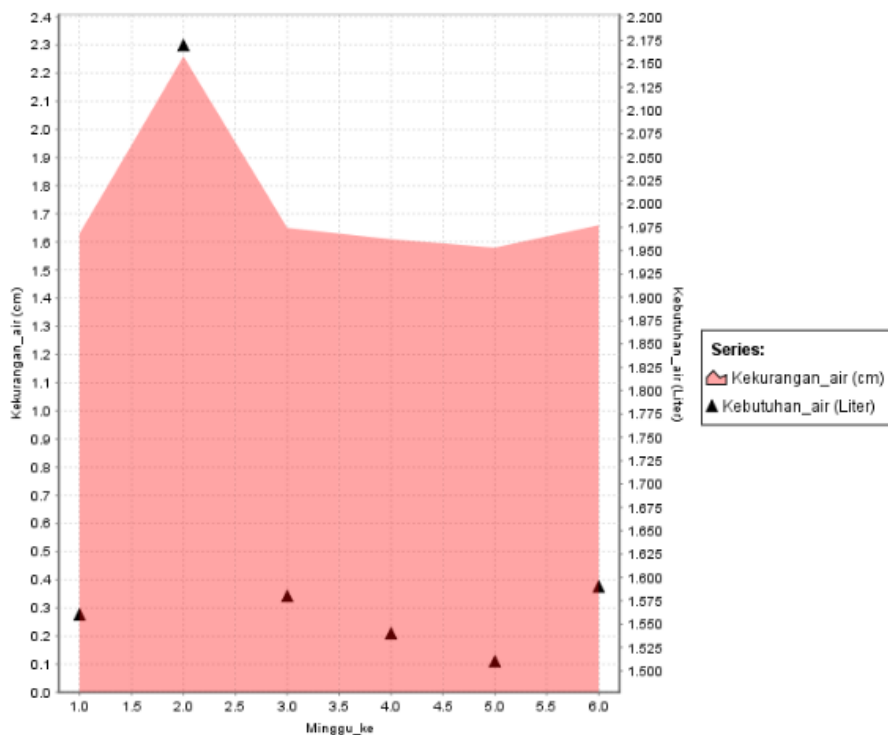
$$v = 1567,44 \text{ cm}^3$$

$$v = 1,56744 \text{ dm}^3$$

$$v = 1,56744 \text{ liter}$$

Jadi rata-rata kebutuhan air per hari pada minggu pertama sebanyak 1,56744 liter. Untuk menggu selanjutnya bisa dilihat pada tabel dengan cara menghitung volumenya.

Terlihat pada tabel di atas kebutuhan air tanaman per hari, bahwa pada minggu pertama kebutuhan rata-rata air tanaman per hari yaitu sebanyak 1,56 liter. Angka tersebut di dapatkan dari pengukuran tinggi kekurangan air pada tabung nutrisi hidroponik. Pengukuran kebutuhan air tanaman dilakukan setiap hari.



Gambar 43. Kebutuhan Air Tanaman

Pada minggu kedua, terjadi lonjakan kekurangan air dengan rata-rata tinggi kekurangan air adalah 2,26 cm sehingga dilakukan penambahan air sebanyak 2,17 Liter. Pada minggu ke-2 tanggal 17/10/2018 terjadi kekurangan air sebanyak 1 cm dan pada tanggal 22/10/2018 kekurangan air 1,1 cm. Asumsi kekurangan air adalah diakibatkan kondisi hari sebelumnya kelembaban 71% sehingga terjadi *evapotranspirasi* yang cukup tinggi. Mengakibatkan berkurangnya tinggi muka air bak nutrisi cukup banyak.

## 5. Pengamatan Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan per 7 hari sejak pemindahan bibit ke sistem hidroponik. Hal ini dilakukan agar nilai tinggi tanaman yang diukur manual dengan penggaris mendapatkan hasil yang cukup untuk pengukuran.

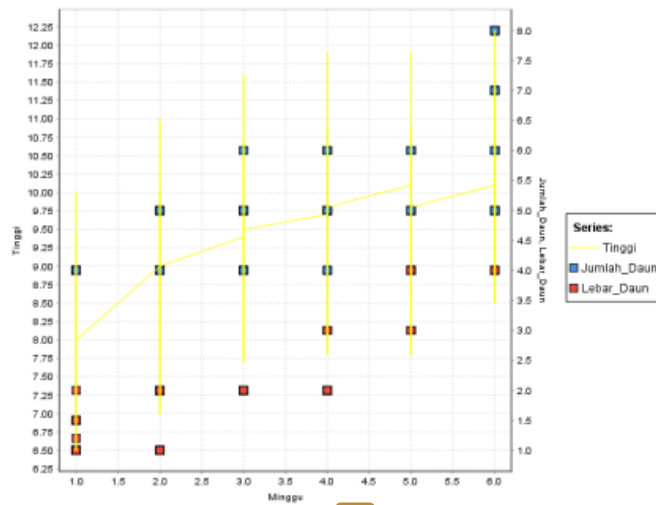
### a. Rata-Rata Tinggi Tanaman Pakcoy

Tabel 36. Rata-Rata Tinggi Tanaman Pakcoy

Minggu	Rata-Rata Tinggi Tanaman
Minggu I	8,02
Minggu II	8,85
Minggu III	9,24
Minggu IV	9,52
Minggu V	9,54
Minggu VI	11,98

Pada tabel di atas, rata-rata tinggi tanaman pakcoy per minggu, tiap minggu terjadi penambahan tinggi tanaman pakcoy. Pada minggu pertama pakcoy memiliki rata-rata tinggi tanaman 8,02 cm. Setelah pengukuran minggu satu dan pada minggu dua terjadi kenaikan 0,83 cm tinggi tanaman pakcoy. Pada minggu tiga rata-rata tinggi tanaman mencapai 9,24 cm setiap minggu sampai minggu

enam kenaikan tinggi tanaman <sup>1</sup> semakin meningkat sehingga pada minggu keenam rata-rata tinggi tanaman menjadi 11,98 cm.



Gambar 44. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, dan Lebar Daun Rata-Rata Setiap Minggu

Terlihat pada grafik bahwa terjadi peningkatan tinggi tanaman terbesar pada minggu enam. Di mana ketinggian setiap tanaman mencapai 1 cm pertambahan setiap minggunya (tabel terlampir).

#### b. Hasil Panen Tanaman Pakcoy

Tabel 37. Pengamatan Hasil Panen Tanaman Pakcoy

Rak Hidroponik	Panjang Rata-Rata Akar (cm)	Tinggi Rata-Rata (cm)	Rata-Rata Jumlah Daun (cm)	Rata-Rata Lebar Daun (cm)	Berat (gr)
Rak 1 (Atas)	10.2	10.9	7	5	900
Rak 2 (Tengah)	7.5	8.8	5	6.5	400
Rak 3 (Bawah)	11.2	11.6	8	7.5	600

Panen tanaman pakcoy dihitung berdasarkan tingkatan rak hidroponik, karena tingkatan rak juga mempengaruhi hasil tanaman pakcoy yang disebabkan oleh tingkat kelembaban yang diterima oleh tanaman. Pada rak atas mendapatkan kelembaban yang cukup dibandingkan pada rak tengah maupun pada rak bawah.

Dapat dilihat pada tabel bahwa pada rak satu atau rak bagian atas memiliki hasil produksi sebesar 900 gram, pada rak tengah atau rak dua terdapat hasil produksi sebesar 400 gram yang disebabkan oleh adanya tiga pot tanaman mati. Pada rak bawah atau rak tiga memiliki hasil produksi sebesar 600 gram, karena kurang terjadinya kelembaban sehingga dapat dilihat pada tabel.

## BAB IV

# SISTEM PENGONTROLAN SUHU DAN KELEMBABAN TANAMAN HIDROPONIK INDOOR

42

Iklīm merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi proses tumbuh tanaman. Faktor lingkungan yang umumnya berpengaruh pada proses tumbuh tanaman, yaitu ketinggian tempat, suhu, kelembaban, sinar matahari, ketinggian tempat, sangat berpengaruh terhadap kecepatan pertumbuhan dan perkembangan daun. Penanaman sayuran dengan sistem hidroponik dapat dilakukan di daratan rendah dengan ketinggian 0-300 mdpl. Pertumbuhan daun lebih cepat karena sinar matahari lebih banyak tersedia sehingga fotosintesis dilakukan lebih lama. Hasilnya cadangan energi lebih banyak dan pertumbuhan daun lebih cepat. Adapun di daratan sedang dengan ketinggian 300-500 mdpl, pertumbuhan daun agak melambat karena kurang cahaya matahari (Kunto Heriwibowo, N.S Budiana, 2005).

Kelembaban (*Relative Hummidity*), nisbi atau nisbah adalah prosentase kandungan air di udara pada temperatur tertentu. Kondisi kelembaban udara yang ideal bagi pertumbuhan sayur dengan sistem hidroponik 70%, pada RH 70% evapotranspirasi cukup besar untuk menunjang pertumbuhan tanaman, sedangkan RH di atas 70%, kelembaban dianggap terlampau tinggi sehingga evapotranspirasi dan daya serap akar tanaman berkurang. Jika RH di bawah 70%, evapotranspirasi terlalu cepat dan tidak imbang dengan pengadaaan air oleh akar sehingga tanaman layu (Yos Sulistio, 2004).

Suhu ideal untuk pertumbuhan sayuran di daratan rendah, 27<sup>0</sup>C - 30<sup>0</sup>C di siang hari dan suhu 21<sup>0</sup>C - 24<sup>0</sup>C pada malam hari. Penyerapan beberapa unsur hara oleh akar dipengaruhi oleh suhu. Suhu sangat mempengaruhi proses kimiawi dalam tubuh sayuran. Proses kimiawi tersebut melibatkan peran enzim, garam, dan membran sel tumbuhan yang bekerja secara optimal pada suhu yang ideal. Jika suhu tidak sesuai dengan kebutuhan, tanaman



akan mengalami stress dan pertumbuhan jadi lambat (Kunto Heriwibowo, N.S Budiana, 2005).

Dari pengaruh iklim yang di atas, maka sebelum menanam tumbuhan harus mengetahui prasya<sup>56</sup> tumbuh tanaman, dan sebagai berikut syarat tumbuh Pakcoy. Pakcoy termasuk jenis sayuran yang akan tumbuh secara maksimal dalam iklim y<sup>39</sup> sejuk. Kisaran iklim tersebut yaitu pakcoy dapat tumbuh pada tipe tanah lempung berpasir, gembur, dan mengandung bahan organik. pH tanah yang optimum untuk pertumbuhan adal<sup>18</sup> antara 6,0 – 6,8 dan ketinggian tempat berkisar antara 100 – 1.000 m dpl. Tanaman ini dapat<sup>18</sup> panen pada umur 30-45 hari setelah tanam (HST) dengan potensi produksi. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara 5-7 dan suhu untuk pertumbuhan yang baik adalah antara 12<sup>0</sup>C sampai 26<sup>0</sup>C.

Menurut Restianti R., (2015), hidroponik *indoor* bisa juga disebut hidroponik yang dibuat di dalam ruangan, dan memanfaatkan cahaya lampu untuk pengganti cahaya matahari dan juga pemberian suhu dan kelembaban didalam ruangan hidroponik indor tersebut. Di dalam hidroponik *indoor*, harus mengatur suhu dengan memanfaatkan suhu dari AC dan untuk kelembaban pada ruangan hidroponik digunakan spinkler jenis mist. Spinkler ini bekerja dibantu oleh pompa air untuk memberi tekanan air dri tangki ke nozel spinkler sehingga air yang dipancarkan tersebut berbentuk kabut air untuk kelembaban ruangan. Hidroponik *indoor* juga harus memiliki sistem HVAC dalam pengaturan sirkulasi udara, suhu dan kelembaban dalam ruangan.

<sup>2</sup> Sistem HVAC (*heating, ventilating and air conditioning*) adalah Sistem yang merupakan salah satu sistem pemanas, sirkulasi udara, dan pendingin yang ada pada umumnya dirangkum dalam satu sistem. Tujuan dari sebuah sistem HVAC adalah untuk memberikan sebuah lingkungan yang nyaman untuk penghuninya dengan mengkondisikan variabel dalam udara ruangan yang meliputi: *temperature, humid<sup>2</sup>y, air velocity*, dan *cleanliness*, dan menyebarkannya ke seluruh ruangan. Derajat temperatur harian adalah cara yang digunakan untuk membantu mengindikasikan panas atau dingin yang diperlukan untuk setiap harinya. Kenyamanan temperatur menurut ASHRAE (*The American Societe of Heating, Refregerating, and Air Conditioning Engineers*) adalah 21<sup>0</sup>C (70<sup>0</sup>F)–29,5<sup>0</sup>C (85<sup>0</sup>F). Dalam kasus

ini, nilai standar adalah untuk standar ruangan huni. Namun untuk ruangan kultur hidroponik pengaturan suhu maupun kelembaban ditentukan oleh kebutuhan tanaman yang akan ditanam.

Kelembaban (*Humidity*) menggambarkan rasio kelembapan yaitu istilah yang digunakan menunjukkan presentasi kadar uap air di udara. Kelembaban udara ini bergantung pada temperatur udara. Udara yang panas atau hangat mengandung uap air lebih banyak dari pada udara dingin. Kelembapan relatif/ *relative humidity* ratio atau perbandingan dari jumlah uap air di udara dengan jumlah uap air yang paling baik pada temperatur sama. Kelembaban dari jumlah total uap air di udara. Kecepatan Udara (*Air Velocity*). Berdasarkan standar dari ASHRAE dan SNI maka nilai *air velocity* adalah sebesar 0.15 m/s. *Air flow* yang terlalu cepat dapat menyebabkan gangguan *thermal* atau masalah *body temperature control*, saat *air flow* terlalu lambat dapat menyebabkan pencemaran atau temperatur ruangan menjadi naik (Ade Firmansah, Didik Notusojo, Dedesuhendi).

## A. Iklim

Iklim merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi proses tumbuh tanaman. Faktor lingkungan umumnya berpengaruh pada proses tumbuh tanaman yaitu ketinggian tempat, suhu, kelembaban, dan sinar matahari. Suhu ideal untuk pertumbuhan sayuran di daratan rendah, 27<sup>0</sup>C - 30<sup>0</sup>C di siang hari dan suhu 21<sup>0</sup>C - 24<sup>0</sup>C pada malam hari. Penyerapan beberapa unsur hara oleh akar dipengaruhi oleh suhu. Suhu sangat mempengaruhi proses kimiawi dalam tubuh sayuran. Proses kimiawi tersebut melibatkan peran enzim, garam, dan membrane sel tumbuhan yang bekerja secara optimal pada suhu yang ideal. Jika suhu tidak sesuai dengan kebutuhan, tanaman akan mengalami stress dan pertumbuhan jadi lambat (Kunto Heriwibowo, N.S Budiana, 2005).

Kelembaban (*Relative Humidity*), nisbi atau nisbah adalah prosentase kandungan air di udara pada temperatur tertentu. Kondisi kelembaban udara yang ideal bagi pertumbuhan sayur dengan sistem hidroponik 70%. Pada RH 70% evapotranspirasi cukup besar untuk menunjang pertumbuhan tanaman, sedangkan RH di atas 70%, kelembaban dianggap terlampau tinggi sehingga evapotranspirasi dan daya serap akar tanaman berkurang. Jika RH di bawah

70%, evapotranspirasi terlalu cepat dan tidak imbang dengan pengadaan air oleh akar sehingga tanaman layu (Yos Sulistio, 2004).

Dari pengaruh iklim yang di atas, maka sebelum menanam tumbuhan harus mengetahui prasyarat tumbuh tanaman, dan sebagai berikut syarat tumbuh tanaman pakcoy.

## B. Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L*)

Tanaman pakcoy merupakan tanaman sayuran daun yang berasal dari keluarga *brassicaceae rapa L* yang memiliki nilai guna yang tinggi. Tanaman pakcoy merupakan tanaman yang kaya akan vitamin A, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengatasi kekurangan vitamin A. Serta kandungan nutrisinya juga bermanfaat untuk kesehatan manusia. Budidaya tanaman pakcoy mempunyai prospek yang baik untuk meningkatkan pendapatan petani pakcoy, peningkatan gizi masyarakat, perluasan lapangan pekerjaan, peningkatan pendapatan negara melalui pengurangan impor atau memacu laju pertumbuhan ekspor (Muzayyanah, 2009).

Pakcoy merupakan jenis sayuran hijau yang masih satu golongan dengan sawi. Daun pakcoy bertangkai, berbentuk oval, berwarna hijau tua, dan mengkilat, tidak membentuk kepala, tumbuh agak tegak atau setengah mendatar, tersusun dalam spiral rapat, melekat pada batang yang tertekan. Tangkai daun, berwarna putih atau hijau tua, gemuk dan berdaging, tanaman mencapai tinggi 15 – 30 cm. Pakcoy biasa digunakan untuk bahan sup atau sebagai penghias makanan (Alviani, 2015).

## C. Syarat Tumbuh

Daerah yang cocok untuk pertumbuhan sawi tanaman pakcoy adalah mulai dari ketinggian 5 meter sampai 1,200 meter dpl. Namun biasanya tanaman ini dibudidayakan di daerah yang berketinggian 100 – 500 meter dpl, sebagian besar daerah-daerah Indonesia memenuhi syarat ketinggian tersebut (Haryanto et al, 1995). Tanaman dapat melakukan fotosintesis dengan baik memerlukan energi yang cukup. Cahaya matahari merupakan sumber energi yang diperlukan tanaman untuk proses fotosintesis. Energi kinetik matahari yang optimal yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan

dan produksi berkisar antara 350 – 400 cal/cm<sup>2</sup>. Tanaman pakcoy dapat tumbuh pada tipe tanah lempung berpasir, gembur, dan mengandung bahan organik. pH tanah yang optimum untuk pertumbuhan adalah antara 6,0 – 6,8 dan ketinggian tempat berkisar antara 100 – 1.000 m dpl. Tanaman ini dapat dipanen pada umur 30-45 hari setelah tanam (HST) dengan potensi produksi 20 – 25 ton ha<sup>-1</sup> dan kebutuhan benih pakcoy 400 – 500 g ha<sup>-1</sup>.

Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara 5 – 7 dan suhu untuk pertumbuhan yang baik adalah antara 12<sup>o</sup>C sampai 26<sup>o</sup>C. Kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman pakcoy yang optimal berkisar antara 70% - 90%. Tanaman pakcoy tergolong tanaman yang tahan terhadap hujan, sehingga penanaman pada musim hujan masih bisa memberikan hasil yang cukup baik. Curah hujan yang sesuai untuk pembudidayaan tanaman pakcoy adalah 1,000 – 1,500 mm/tahun. Daerah yang memiliki curah hujan sekitar 1,000 – 1,500 mm/tahun dapat dijumpai di dataran tinggi. Akan tetapi tanaman pakcoy tidak tahan terhadap air yang menggenang (Cahyono, 2003).

Suhu ideal untuk pertumbuhan sayuran di dataran rendah, 27<sup>o</sup>C - 30<sup>o</sup>C di siang hari dan suhu 21<sup>o</sup>C - 24<sup>o</sup>C pada malam hari. Penyerapan beberapa unsur hara oleh akar dipengaruhi oleh suhu. Suhu sangat mempengaruhi proses kimiawi dalam tubuh sayuran. Proses kimiawi tersebut melibatkan peran enzim, garam, dan membran sel tumbuhan yang bekerja secara optimal pada suhu yang ideal. Jika suhu tidak sesuai dengan kebutuhan, tanaman akan mengalami stress dan pertumbuhan jadi lambat (Kunto Heriwibowo, N.S Budiana, 2005).

## D. Sistem Kontrol

### 1. Sistem kontrol Arduino

Arduino Uno adalah suatu alat elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip mikrokontroler* dengan jenis AVR dari perusahaan atmel. *Mikrokontroler* itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan dari menanamkan program pada *mikrokontroler* adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, proses, dan output sebuah rangkaian elektronik. Sebuah

rangkaian yang dikembangkan dari *mikrokontroler* berbasis ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 kaki digital input/ output, di mana 6 kaki digital di antaranya dapat digunakan sebagai sinyal PWM (Pulse Width Modulation). Sinyal PWM berfungsi untuk mengatur kecepatan perputaran motor. Arduino Uno memiliki 6 kaki analog input, kristal osilator dengan kecepatan jam 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah konektor listrik, sebuah kaki header dari ICSP, dan sebuah tombol reset yang berfungsi untuk mengulang program. Kelebihan Arduino di antaranya adalah tidak perlu perangkat *chip programmer* karena di dalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer. Arduino sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Bahasa pemrograman relatif mudah karena *software* Arduino dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap, dan Arduino memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Misalnya shield GPS, Ethernet, SD Card, dan lainnya (Ai Fitri Silvia, Erik Haritman, Yuda Muladi, 2014).



Gambar 45. Gambar dari Arduino Uno R3

## 2. Alat Pengukur Suhu Manual

Jenis utama sensor suhu yang umum digunakan, yaitu *thermocouple* (T/C) *resistance temperature detector* (RTD), termistor, dan IC sensor. *Thermocouple* pada intinya terdiri dari sepasang

*transduser* panas dan dingin yang disambungkan dan dilebur bersama, di mana terdapat perbedaan yang timbul antara sambungan tersebut dengan sambungan referensi yang berfungsi sebagai pembanding. *Resistance Temperature Detector* (RTD) memiliki prinsip dasar pada tahanan listrik dari logam yang bervariasi sebanding dengan suhu. Kesebandingan variasi ini adalah presisi dengan tingkat konsisten/ kestabilan yang tinggi pada pendeteksian tahanan. Platina adalah bahan yang sering digunakan karena memiliki tahanan suhu, kelinearan, stabilitas, dan reproduksibilitas. Termistor adalah resistor yang peka terhadap panas yang biasanya mempunyai koefisien suhu negatif, karena saat suhu meningkat maka tahanan menurun atau sebaliknya. Jenis ini sangat peka dengan perubahan tahanan 5% per C sehingga mampu mendeteksi perubahan suhu yang kecil. Sedangkan IC Sensor adalah sensor suhu dengan rangkaian terpadu yang menggunakan *chipsilikon* untuk kelemahan penginderaan<sup>77</sup> Mempunyai konfigurasi *output* tegangan dan arus yang sangat linear (Iwan Setiawan, S.T., M.T., 2009).

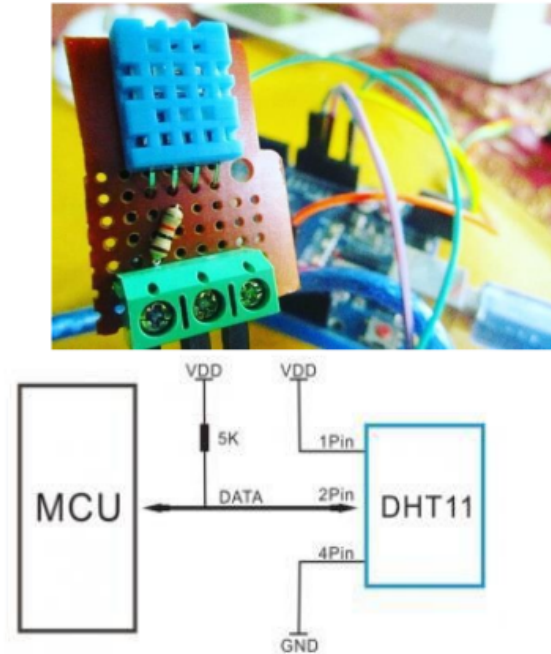


Gambar 46. Sensor Suhu dan Kelembaban Manual

### 3. Alat Pengukur Suhu<sup>49</sup> DHT 11

Sensor DHT 11 yang merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu<sup>43</sup> memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor DHT11 yang berfungsi untuk mengambil data berupa<sup>29</sup> suhu dan kelembaban ruang *server* kemudian ditampilkan dalam LCD. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang baik, serta

ditambah dengan kemampuan mikrokontroler 8 bit seperti Arduino. Koefisien kalibrasi DHT 11 disimpan dalam OTP program memori, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka modul ini membaca koefisien sensor (Muhammad Fahmi Awaj, Adian Fatchur Rohim, Eko Didik Widiyanto, 2013).



Gambar 47. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

Spesifikasi sensor suhu kelembaban DHT11 sebagai berikut.

Tegangan suplai : + 5 V

Kisaran suhu : 0-50°C kesalahan  $\pm 2^\circ\text{C}$

Kelembaban : 20-90% RH  $\pm 5\%$  kesalahan RH

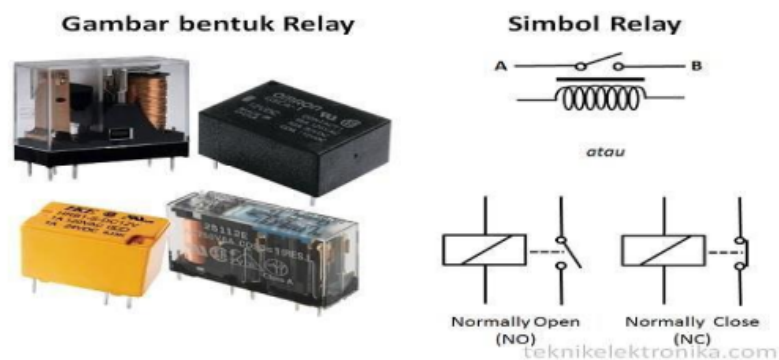
Wajah antar : digital

#### 4. Relay

Menurut (Pristian Luthfy Romadloni, 2015), relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor (saklar) yang tersusun. Kontaktor akan tertutup (On)

atau terbuka (Off) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan elektronika di antaranya adalah:

- 1) Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*).
- 2) Relay digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*).
- 3) Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
- 4) Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat (*Short*).



Gambar 48. Bentuk dari Relay

4

## 5. Pompa Hidroponik

Salah satu alat yang berperan penting dalam proses penggunaan *spinkler mist* adalah pompa air. Alat ini berfungsi mendistribusikan air dari sumber air ke *spinkler*, menyalurkan air ke konsumen, dan sebagainya. Jenis-jenis pompa air pun sangat banyak tergantung dari kegunaannya. Pada prinsipnya, sebuah pompa air menyedot dan membuang air dengan menggunakan putaran impeler sehingga menimbulkan tarikan, air yang ditarik akan terus-menerus menarik air dari dasar sumur untuk dialirkan menuju pipa out. Kemudian pada pipa



out, impeler akan mendorong air untuk menuju ke penampungan atau pembuangan pada dasarnya sebuah pompa air bekerja menghisap (menyedot) dan mendorong air sekaligus dalam sekali kerja.



Gambar 49. Pompa Jenis Amara 105

Berikut spesifikasi dari pompa hidroponik jenis amara 105

58  
Tegangan : 220V ~ 240V

Frekuensi : 50Hz

Watt : 60W

Laju Air Max : 3000L/Jam

Tinggi Max : 3m

## 6. *Spinkler* Jenis Mist (Kabut Air)

10  
Sistem *watter mist* digunakan untuk aplikasi khusus di 10 ana ditentukan bahwa membentuk uap atau pembentukan kabut air adalah tujuan utama. Tipe sistem ini khusus digu 10 kan di mana untuk memberi kelembaban pada ruangan hidroponik. Ukuran droplet dapat diatur dengan menentukan tekanan keluar dari nozzle 10 dengan ukuran *orifice* tetap. Dengan membentuk kabut (*mist*). *Watter mist*, yang menyerap lebih

banyak panas daripada air per satuan waktu, karena luas permukaan yang terbentuk, akan lebih <sup>10</sup> efektif mendinginkan ruangan, yang mengurangi suhu. Sistem *watter mist* dapat beroperasi dengan fungsi yang sama dengan *deluge*, pipa basah, pipa kering, atau sistem *pre-action*. Perbedaannya adalah bahwa sistem *watter mist* menggunakan gas tekan sebagai media atomisasi, yang dipompakan melalui pipa *sprinkler*. Selain gas tekan, beberapa sistem menggunakan pompa tekanan tinggi untuk menekan air sehingga teratomisasi saat keluar dari *nozzle sprinkler*.



Gambar 50. *Spinkler* Jenis *Mist*

Spesifikasi dari *prinkler mist* sebagai berikut.

Bahan : kuningan

Warna : emas

Ukuran connection : 1/2

Ukuran approx 4x2 cm/ 1,5 x 0,79 inch

Tekanan kerja : 0,75 – 2,5 kpa

Berat approx : 49 g

## E. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan praktikum ini adalah sebagai berikut.

Tabel 38. Alat yang Digunakan

No	Alat	Fungsi	Kebutuhan	Satuan
1	Ac	Memberi/ mengontrol suhu tanaman	1	Buah
2	Pembaca suhu dan kelembaban (HTC-2)	Membaca suhu dan kelembaban ruangan tanam	1	Buah
3	Pompa	Memompakan air	1	Buah
4	Rak hidroponik <i>indoor</i>	Tempat tanaman yang akan di tanam	1	Buah
5	Ember	Mengangkat air	1	Buah
6	Gelas ukur	Menakar nutrisi yang akan diberikan	1	Buah
7	Rol	Mengukur tanaman	2	Buah
8	Nampan	Tempat pembibitan	1	Buah
9	Kamera/ HP	Pengambilan gambar kegiatan	1	Buah
10	Alat tulis	Mencatat data pengamatan	1	Buah
11	<i>Sprayer/ spinkler</i>	Memberi kelembaban	1	Buah
12	Timbangan	Menimbang hasil panen	1	Buah
13	Lampu UV	Pencahayaan	12	Buah
14	Wadah hidroponik	Wadah hidroponik	9	Buah
15	Bak nurtisi	Tempat nurtisi	1	Buah

Adapun penjelasan dari alat yang digunakan untuk proyek usaha mandiri sebagai berikut.

1) Ac

Ac digunakan untuk pemberian suhu ruangan hidroponik sehingga tanaman yang akan ditanam bisa hidup. Ac yang digunakan untuk proyek usaha mandiri ini yaitu Ac yang bermerek panasonik.

2) Pembaca suhu dan kelembaban (HTC-2)

Pada pembaca suhu dan kelembaban kami hanya memerlukan satu unit saja untuk proyek usaha mandiri. HTC-2 adalah salah satu merek pembaca suhu yang ada dia bekerja dengan membaca suhu dalam ruangan, suhu luar ruangan, dan juga kelembaban yang ada pada ruangan hidroponik tempat dilakukannya percobaan penanaman tanaman di dalam ruangan.

3) Pompa

Pompa adalah alat untuk menaikkan air. Di sini memakai pompa satu unit saja dan berfungsi untuk menaikkan air serta nurtisi hidroponik dari bak nutrisi ke panci-panci hidroponik sehingga air terus mengalir dengan siklus bak hidroponik ke wadah dan kembali lagi ke bak hidroponik.

4) Rak hidroponik

Rak-rak hidroponik merupakan suatu komponen utama pada hidroponik ini, karena rak hidroponik berfungsi sebagai penyangga tempat becocok tanam secara hidroponik. Diperlukan 2 unit rak hidroponik. Satu rak hidroponik ada tiga buah tingkatan, yaitu rak atas, rak tengah, rak bawah. dan berikut rincian peralatan dalam merakit rak hidroponik.

Panjang rak hidroponik 105 cm.

Tinggi rak hidroponik 170 cm.

Lebar rak hidroponik 40 cm.

Tinggi antarrak 50 cm.

5) Ember

Ember digunakan untuk memasukan air ke dalam bak nutrisi dan juga untuk memasukkan nutrisi hidroponik. Dalam pelaksanaan praktikum ini kami memerlukan satu buah ember.

6) Gelas ukur

Gelas ukur berfungsi sebagai penakar nutrisi yang akan diberikan kebak nutrisi dan juga sebagai alat penakar penambahan air. Dalam praktikum ini memerlukan gelas ukur hanya satu buah saja.

7) Penggaris

Penggaris di sini berfungsi sebagai pengukur air atau nutrisi yang berkurang pada bak penampung nutrisi. Selain dari pada itu, penggaris juga berfungsi sebagai pengukur tinggi tanaman, panjang akar tanaman, dan lebar daun tanaman. Dalam pelaksanaan praktikum ini memerlukan dua buah penggaris.

8) Nampan

Nampan dalam proyek usaha mandiri kami ini berfungsi untuk proses pembibitan yang bibit tanaman diatas nampan dengan media tanam yaitu rockwool. Dalam praktikum kami ini hanya memerlukan satu buah nampan.

9) Kamera *handpone*

Di sini kamera *handpone* berfungsi pengambil gambar dokumentasi mulai dari awal pekerjaan sampai praktikum ini selesai dilakukan. Di sini hanya memerlukan satu unit kamera *handpone*.

10) Alat tulis

Alat tulis kami butuhkan untuk proses pengambilan data-data yang ada saat pengerjaan praktikum ini. Alat tulis yang diperlukan yaitu pulpen, kertas, tabel pengamatan, dan spidol.

11) *Sprinkler*

*Sprinkler* berfungsi dalam praktikum ini yaitu sebagai pemberi kelembaban pada ruangan hidroponik sehingga tanaman yang akan ditanam bisa tumbuh dengan sehat. Di sini menggunakan *sprinkler*

jenis *mist* yaitu *spinkler* dengan air yang dipancarkan berbentuk kabut tidak menetes langsung hanya seperti mengembun.

#### 12) Lampu UV

Lampu UV berfungsi untuk pencahayaan di dalam ruangan hidroponik, karena tanaman memerlukan cahaya untuk tumbuh maka dari pada itu kami memberi lampu UV dalam ruangan hidroponik ini.

#### 13) Bak nurtisi

Bak nutrisi sebagai penampung air dan juga nutrisi yang diperlukan untuk praktikum jenis hidroponik ini. Dalam praktikum ini menggunakan ember ukuran besar sebagai bak nutrisi.

#### 14) Wadah hidroponik

Wadah hidroponik ini berfungsi untuk media hidroponik. Pada saat pelaksanaan praktikum ini membutuhkan panci sebanyak 9 buah dalam 1 rak.

**1** Bahan yang digunakan dalam pengerjaan praktikum ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 39. Bahan yang Digunakan**

No	Bahan	Fungsi	Kebutuhan	Satuan
1	Benih pakcoy	Tanaman hidroponik	1	Bungkus
2	A-Mix	Nutrisi hidroponik	10	Liter
3	B-Mix	Nutrisi hidroponik	10	Liter
4	Rockwol	Media tanam	50	Cm
5	Net pot	Wadah tanam	45	Buah
6	Styrofoam	Penyangga wadah	9	Lembar
7	Air galon	Campuran nutrisi	7	Galon

Berikut adalah bahan yang akan digunakan dalam praktikum:

a. Benih pakcoy

Benih pakcoy adalah unsur utama dalam bahan dari praktikum yang dilakukan ini. Di sini memerlukan satu bungkus benih pakcoy yang akan langsung disemai pada nampan dengan media tanam menggunakan *rockwool*.

b. A mix

A mix yang kami gunakan yaitu pupuk bermerek Meroke yang akan dibuat menjadi larutan A mix sebagai nutrisi untuk tanaman hidroponik itu sendiri.

c. B mix

Begitu pula dengan B mix kami juga menggunakan pupuk bermerek Meroke yang akan dibuat larutan B mix sebagai nutrisi untuk tanaman hidroponik.

d. *Rockwool*

*Rockwool* di sini menggunakan untuk proses media pembibitan dan juga saat proses penanaman. Dengan ukuran *rockwool* dipotong 5 cm x 5 cm yang akan dijadikan media tanam di dalam netpot.

e. Netpot

Penggunaan netpot sebagai wadah taman yang di dalam netpot itu dimasukan *rockwool* yang sudah dipotong-potong dan siap untuk dijadikan media tanam. Adapun ukuran dari netpot kami gunakan yaitu diameter 5 cm.

f. *Styrofoam*

*Styrofoam* berfungsi sebagai penyangga dari netpot yang sudah ditanami tanaman sehingga akar tanaman langsung bersentuhan di dalam air pada panci hidroponik. *Styrofoam* yang digunakan sebanyak 9 lembar di dalam satu rak hidroponik dengan ukuran besar dari panci hidroponik sehingga *styrofoam* bisa diletakkan di atas panci hidroponik.

g. Air galon

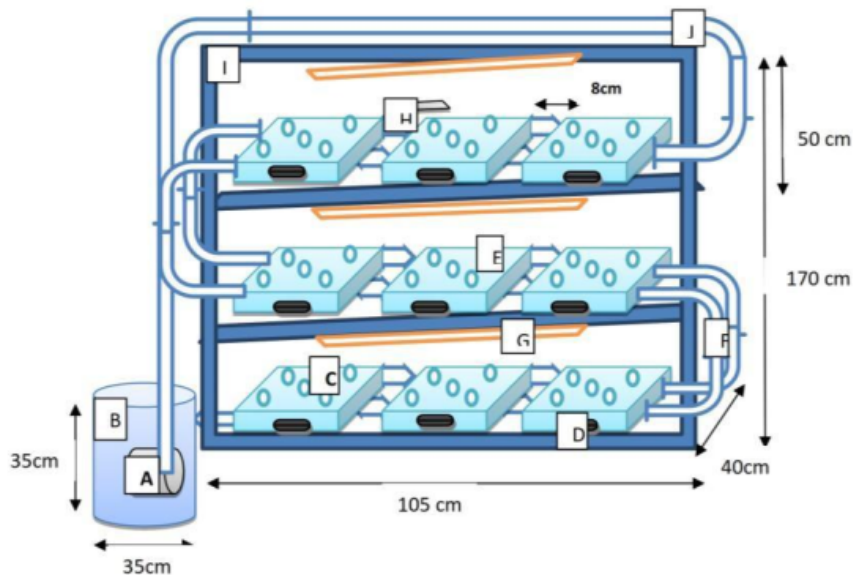
Dalam melaksanakan praktikum jenis hidroponik menggunakan air galon sebagai media tanaman. Ada 7 galon air yang digunakan untuk mengisi semua panci-panci hidroponik dan juga bak nutrisi hidroponik.

**F. Desain Ruangan**

31

Volume ruangan dapat diukur dari rumus  $p \times l \times t$  yaitu panjang, lebar, tinggi ruangan, panjang 2,85 m, lebar 2,80 m, tinggi 2,40, jadi volume ruangan adalah  $19,15 \text{ m}^3$ .

**G. Desain Alat**



Gambar 51. Desain Rak Hidroponik

Ada beberapa komponen dalam desain hidroponik tipe DWC yang wajib dipahami adalah sebagai berikut.

1. Pompa merupakan motor penggerak air untuk mengalirkan media hidroponik ke seluruh sistem DWC.



2. Tabung nutrisi merupakan tabung utama untuk tempat penambahan air dan nutrisi hidroponik dan juga tempat mengukur kebutuhan air tanaman pada hidroponik ini. Dengan ukuran tabung nutrisi hidroponik sebagai berikut.
  - a. Tinggi tabung 35 cm
  - b. Diameter dalam tabung 35 cm
  - c. Tinggi muka air tabung 20 cm
3. Net pot merupakan pot media tanam hidroponik yang digunakan dalam sistem hidroponik DWC hidroponik indoor.
4. DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan oksigen terlarut yang berfungsi untuk memberikan oksigen pada akar tanaman sehingga akar tanaman tidak busuk sedangkan alat yang digunakan adalah batu apung dan motor penggerak disebut dengan *air compressor*.
5. Wadah nutrisi merupakan wadah media tanam pada hidroponik tipe DWC. Ukuran wadah nutrisi hidroponik sebagai berikut.
  - a. Panjang panci 40 cm
  - b. Tinggi panci 11 cm
  - c. Lebar panci 25 cm
  - d. Tinggi air dalam panci 8 cm
6. Pipa penghubung merupakan pipa untuk mengalirkan air ke wadah kebawah dan air mengalir supaya semua wadah terisi penuh.
7. Sumber cahaya yang digunakan adalah growth LED, UV lamp, dan lampu biasa.
8. Pipa penghubung merupakan pipa untuk mengalirkan air ke wadah bagian bawah dan air mengalir supaya semua wadah terisi penuh.
9. Rak hidroponik merupakan suatu komponen utama pada hidroponik karena rak ini berfungsi sebagai tempat penopang sistem hidroponik. Dengan rincian peralatan dalam merakit rak hidroponik sebagai berikut.

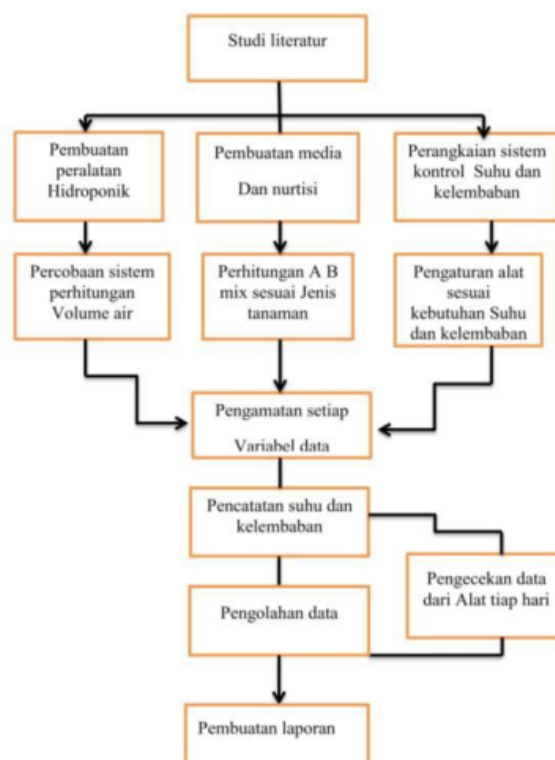
Rak hidroponik merupakan peralatan penting dalam hidroponik DWC.

Komponen rak hidroponik ini akan dirangkai sedemikian rupa berbentuk rak persegi empat memiliki tiga lantai rak, tinggi antarrak yaitu 50 cm. Setiap lantai rak diletakan 3 buah wadah nutrisi hidroponik dengan ukuran wadah yaitu panjang 40 cm lebar 25 cm dan tinggi 11cm, maka pada rak hidroponik terdapat 18 buah wadah nutrisi dengan jarak antar wadah yaitu 8 cm.

Pada langit-langit rak akan dipasangkan lampu UV. Setiap rak terdapat 4 lampu UV sehingga pada rak hidroponik banyak lampu yang digunakan yaitu 12 unit. Dalam merancang media hidroponik *indoor* dengan tipe DWC menggunakan *styrofoam* sebagai penyangga netpot. Setiap *styrofoam* di potong dengan ukuran 28 cm x 40 cm dan setiap lembar *styrofoam* diberi lubang dengan ukuran diameter 5 cm dengan susunan lubang sisi samping 2 kiri, 2 kanan, dan 1 tengah.

10. Pipa utama merupakan pipa yang mengalirkan air dari tabung nutrisi menuju wadah nutrisi. Pipa yang digunakan berukuran 0,5 inci.

## H. Flow Diagram



## 1. Studi Literatur

Langkah awal dalam pelaksanaan praktikum yaitu membuat proposal terlebih dahulu, maka daripada itu perlu mencari literatur baik jurnal, buku, laporan, hasil riset orang lain untuk dijadikan sebagai pedoman melaksanakan praktikum. Pada proses studi literatur bisa saja dilakukan di perpustakaan mencari referensi tentang jenis-jenis sistem kontrol suhu dan kelembaban, syarat tumbuh tanaman, dan referensi tentang hidroponik. Itu semua dilakukan sebagai acuan dalam melaksanakan praktik usaha mandiri.

## 2. Pembuatan Peralatan Hidroponik

Pembuatan peralatan hidroponik yang pertama yaitu pembuatan rak hidroponik. Rak hidroponik merupakan peralatan penting dalam hidroponik *deep water culture*. Komponen penting peralatan rak hidroponik sebagai berikut.

Tabel 40. Peralatan Rak Hidroponik

No	Nama Alat	Ukuran (cm)	Jumlah
1	Panjang Rak/ Pipa Besi	105	6 batang
2	Lebar Rak/ Pipa Besi	40	6 batang
3	Tinggi Rak/ Pipa Besi	170	4 batang
4	Panci Nutrisi Hidroponik 3/rak	-	9 unit
5	Lampu UV 4/rak	-	12 unit
6	Tabung Nutrisi	-	1 unit
7	Pompa	-	1 unit
8	<i>Styrofoam</i>	P = 40 cm L = 28 cm D lobang = 5 cm	9 lembar

Komponen rak hidroponik ini akan dirangkai sedemikian rupa berbentuk persegi empat, yang memiliki tiga lantai. Rak hidroponik ini

dibuat dari pipa besi yang dilas. Tinggi total rak hidroponik yaitu 170 cm, lebar rak hidroponik yaitu 40 cm, sedangkan panjang rak adalah 105 cm, jarak antara rak atas dengan rak tengah yaitu 50 cm. Begitu pula jarak antara rak tengah dan rak bawah jaraknya 50 cm. Setiap lantai rak diletakkan 3 buah panci nutrisi hidroponik dengan ukuran panci yaitu panjang 40 cm, lebar 25 cm, dan tinggi 11 cm. Maka pada rak hidroponik terdapat 9 buah panci nutrisi dengan jarak antar panci yaitu 8 cm.

Pada langit-langit rak akan dipasangkan lampu UV, yang berfungsi sebagai pengganti sinar matahari untuk tanaman. Setiap rak terdapat 4 lampu UV sehingga pada rak hidroponik banyak lampu yang digunakan yaitu 12 unit lampu UV. Dalam kegiatan merancang media hidroponik *indoor* dengan sistem *deep watter culture* menggunakan tabung nutrisi atau tabung utama yang berfungsi sebagai tempat nutrisi hidroponik sebelum dialirkan dengan pompa ke panci-panci hidroponik, sedangkan pompa itu sendiri berfungsi sebagai pemberian air pada panci-panci hidroponik dengan melalui pipa. Adapun fungsi dari *styrofoam* sebagai penyangga netpot. Setiap *styrofoam* dipotong dengan ukuran 28 cm x 40 cm dan setiap lembar *styrofoam* diberi lubang dengan ukuran diameter 5 cm dengan susunan lubang sisi samping 2 kiri, 2 kanan, dan 1 tengah. Tiap lembar *styrofoam* diletakkan di atas panci hidroponik yang sudah disediakan.

### 3. Percobaan Volume Air

Dalam menghitung volume air yaitu dengan cara kita mengisi bak nutrisi dengan air dan hidupkan pompa agar air pada semua wadah hidroponik terisi semua. Kebutuhan hidroponik *Deep Watter Culture* ini dengan cara sebagai berikut.

Pertama-tama lakukan pencarian volume bak hidroponik dan volume wadah hidroponik. Hasil dari perhitungannya volume bak nutrisi adalah 19,2325 liter. Volume wadah hidroponik 1 wadah 8 liter, wadah untuk dua rak hidroponik 18 wadah, jadi volume semua wadah hidroponik  $18 \times 8 = 144$  liter. Volume air seluruhnya adalah  $19,2325 \text{ liter} + 144 \text{ liter} = 163,2325 \text{ liter}$ .

#### 4. Perangkaian Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban (HTC 2)

Perangkaian sensor suhu yang dipakai yaitu HTC-2. Alat ini berfungsi sebagai pembaca suhu dalam ruangan, suhu luar ruangan, kelembaban dalam ruangan hidroponik, dan juga bacaan jam saat pengukuran. Alat HTC-2 terletak di dalam ruangan hidroponik dengan pemasangan kabel sensor yang ditembus ke luar ruangan. Kabel yang ditembus keluar untuk membaca suhu pada luar ruangan.

Pengaturan AC dilakukan pada pagi hari jam 07.00 dengan suhu 20°C sedangkan suhu diatur pada sore hari jam 17.00 menaikkan suhu 25°C. Pengaturan suhu dilakukan dengan cara manual yaitu masih menggunakan remote kontrol dari AC tersebut.

#### 5. Pengaturan Alat Sesuai Kebutuhan Tanaman

Suhu untuk pertumbuhan yang baik adalah antara 12°C sampai 26°C. Kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman pakcoy yang optimal berkisar antara 80% - 90%. Tanaman pakcoy tergolong tanaman yang tahan terhadap hujan, sehingga penanaman pada musim hujan masih bisa memberikan hasil yang cukup baik. Curah hujan yang sesuai untuk pembudidayaan tanaman pakcoy adalah 1,000 – 1,500 mm/ tahun. Daerah yang memiliki curah hujan sekitar 1,000 – 1,500 mm/ tahun dapat dijumpai di dataran tinggi. Akan tetapi tanaman pakcoy tidak tahan terhadap air yang menggenang (Cahyono, 2003). Sehingga nilai itulah yang akan menjadi acuan dalam algoritma pemrograman.

#### 6. Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan cara menghidupkan AC awal pagi hari yaitu 20°C dan sore diatur 25°C. Cara pengukuran suhu yaitu sebagai berikut.

- a. Periksa AC terlebih dahulu sebelum digunakan.
- b. Selanjutnya tekan tombol *power* pada bagian AC.



Gambar 52. AC Panasonic

- c. Dilanjutkan dengan mengatur suhu AC dengan remote dengan  $20^{\circ}\text{C}$  di pagi dan  $25^{\circ}\text{C}$  di sore hari.



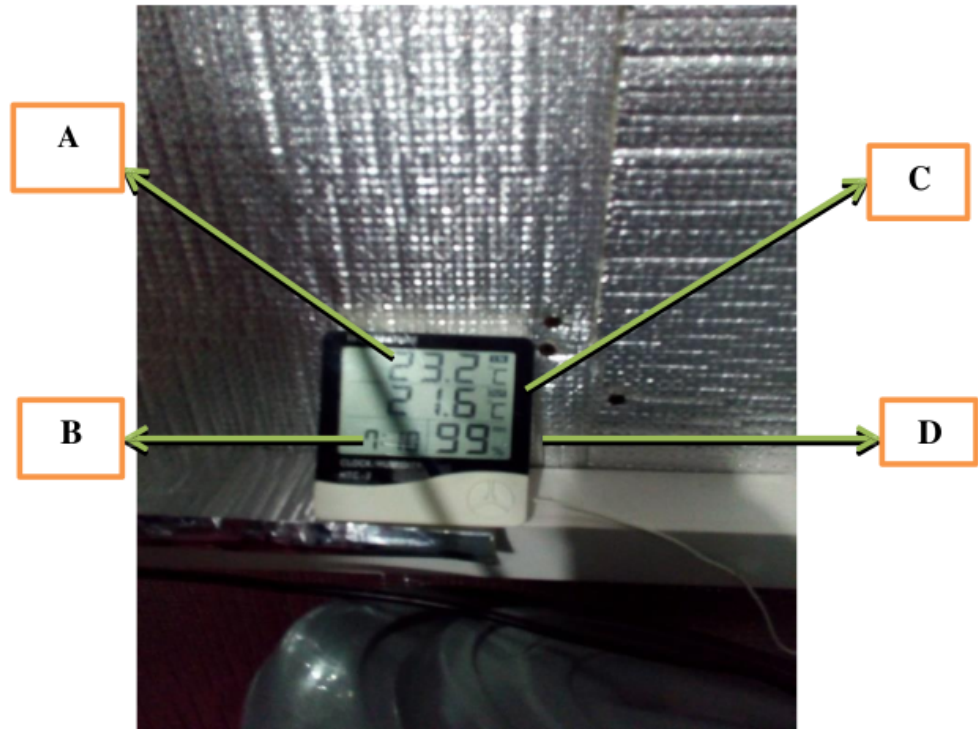
Gambar 53. Remote Kontrol AC

- d. Catat data suhu yang didapatkan, dilakukan setiap hari <sup>1</sup> pada pagi jam 07.00 dan sore jam 16.00 hari.

## 7. Pengukuran Suhu dan Kelembaban (HTC-2)

Pebacan suhu ini bersamaan dengan suhu luar, suhu dalam, dan kelembaban (RH) adalah sebagai berikut.

- a. Periksa alat pembaca suhu sebelum digunakan.
- b. Pastikan alat sensor hidup dan bisa digunakan.
- c. Pastikan AC hidup di ruangan tersebut.
- d. Selanjutnya tinggal baca suhu dalam, suhu luar, kelembaban dilakukan pagi jam 07.00 dan sore 17.00 dan dicatat datanya.



Gambar 54. Sensor Suhu dan Kelembaban Manual (HTC-2)

Keterangan gambar:

A adalah suhu dalam ruangan

B adalah waktu/ jam pengukuran yang terbaca pada

C adalah suhu luar ruangan yang terbaca oleh alat sensor

D adalah rh atau kelembaban yang terbaca oleh alat sensor

e. Perhatikan angka dan satuannya yang tercantum pada sensor suhu tersebut.

f. Catat angka yang ada dan data yang ada pada tabel pengamatan.

21

#### 8. Perawatan Alat Sensor Suhu dan Kelembaban

Perawatan pada alat sensor suhu dan kelembaban yang memakai alat DHT11 dan relay yaitu dihidupkan pada pagi hari jam 07.00 dan dimatikan pada sore hari jam 17.00. Itu semua dilakukan agar alat elektronik terjaga dan tidak cepat rusak.

## 9. Pengamatan Setiap Variabel Data Pengamatan Tanaman Pakcoy

### a. Pembibitan

Untuk memulai pembibitan kita persiakan dulu medianya seperti nampan, rokwol, dan air AC. Langkah-langkah pembibitan pakcoy adalah sebagai berikut.

- 1) Memulai dengan memotong dadu rokwol menggunakan pisau kater.
- 2) Selanjutnya rokwol di susun rapi dalam nampan.
- 3) Tambahkan air AC kedalam nampan sampai rokwol basah merata.
- 4) Kemudian buat lubang bibit menggunakan lidi dan ditusuk pada tengah rokwol.
- 5) Selanjutnya isi setiap lubang dengan satu biji benih.
- 6) Lakukan penyemprotan dengan *sprayer* pada pagi dan sore hari. Umur benih ditanam ke media hidponik yaitu umur 2 minggu.

### b. Penanaman

Persiapan penanaman kita mulai dengan membersihkan media yang akan digunakan, seperti netpot, *styrofoam*, dan panci nutrisi hidroponik. Cara penanaman yaitu sebagai berikut.

- 1) Ambil bibit yang sudah siap dipindahkan pada ruang hidroponik.
- 2) Selanjutnya tanamkan ke dalam netpot dengan rokwol sebagai media penyangga dan akar tanaman terjunta.
- 3) Susun ke lubang *styrofoam* dan di kasih nomor.
- 4) Letakan di atas panci nutrisi hidroponik.
- 5) Data pengamat<sup>28</sup> tanaman diukur satu kali seminggu. Data yang diambil berupa tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun.

### c. Panen

Memanen tanaman pakcoy berumur 7 minggu. Cara pemanenan kita lakukan sebagai berikut.

- 1) Perhatikan tanaman yang akan kita panen.
- 2) Lakukan panen per urutan rak hidroponik, yaitu rak atas, rak tengah, dan rak bawah.



3) Pada saat panen mengambil data panjang akar, <sup>44</sup> tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun.

4) Hasil panen <sup>65</sup> kita timbang per rak hidroponik.

d. Data <sup>65</sup> Rata-Rata Suhu Pagi Hari Tiap Minggu

Tabel 41. Data Rata-Rata Suhu Pagi Hari Tiap Minggu

Minggu	Suhu In	Suhu Out
I	23,39	22,19
II	22,77	22,24
III	22,83	21,97
IV	19,9	27,03
V	22,94	23,13
VI	22,58	22,95
Jumlah	134,41	139,51
<b>Rata - Rata</b>	<b>22,40</b>	<b>23,25</b>

Data rata-rata suhu pagi hari didapatkan dari hasil pembacaan suhu pagi tiap hari dan dirata-ratakan tiap minggu, mulai dari minggu satu hingga minggu enam.

5) Data Rata-Rata Suhu Sore Hari Tiap Minggu

Tabel 42. Data Rata-Rata Suhu Sore

Minggu	Suhu In	Suhu Out
I	19,84	26,84
II	18,87	27,49
III	22,31	26,53
IV	22,47	24,03
V	19,56	27,03
VI	21,63	24,64
Jumlah	124,68	156,56
<b>Rata - Rata</b>	<b>20,78</b>	<b>26,09</b>

Data rata-rata suhu sore hari didapatkan dari hasil pembacaan suhu sore, tiap hari dan dirata-ratakan tiap minggu, mulai dari minggu satu hingga minggu enam.

#### 6) Data Rata-Rata Kelembaban (rh%) Hari Tiap Minggu

Tabel 43. Data Rata-Rata rh Tiap Enam Minggu

Hari	Rh (%) pagi	Rh (%) sore
I	90	77
II	90,29	81,71
III	91,37	80
IV	93,71	76
V	96,71	73,29
VI	93,15	85,77
Jumlah	555,2	473,77
<b>Rata-Rata</b>	<b>92,54</b>	<b>78,96</b>

Data rata-rata rata-rata kelembaban didapatkan dari hasil pembacaan data kelembaban tiap hari, dan dirata-ratakan tiap minggu, mulai dari minggu satu hingga minggu enam.

#### 7) Data Rata-Rata Pengamatan Tanaman Tiap Minggu

Tabel 44. Rata-Rata Data Pengamatan Tanaman pada Hidroponik *Deep Watter Culture*

No.	Minggu	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)
1	I	8,02	4
2	II	8,85	5
3	III	9,24	5

4	IV	9,52	5
5	V	9,54	5
6	VI	11,6	6

Rata-rata data pengamatan tanaman di atas didapatkan dari pengamatan tanaman yang dilakukan sekali dalam seminggu. Data mentah dari pengamatan tanaman tersebut bisa dilihat pada lampiran.

### 8) **Data Rata-Rata Pengamatan Tanaman pada Saat Panen**

Tabel 45. Rata-Rata Data Pengamatan Tanaman Saat Panen Hidroponik *Deep Water Culture* No.

No	Rak Hidroponik	Panjang Akar (cm)	Berat Tanaman (gr)
1	Atas	10,2	900 gr
2	Tengah	7,3	400 gr
3	Bawah	11,2	600 gr

Data pengamatan saat panen, pengambilan data dibagi menjadi tiga sekmen, yaitu rak atas, rak tengah, dan rak bawah.

### 10. Pengecekan Alat Tiap Hari

Pengecekan data dari alat sensor suhu dan kelembaban dilakukan pada pagi jam 07.00 dan jam 16.00 pada sore hari, dan dicatat data yang didapatkan pada alat pembaca suhu dan kelembaban.

### 11. Pengolahan Data Pembuatan Laporan

Dari pengamatan kegiatan praktikum didapatkan beberapa data mentah seperti data pengamatan suhu dalam ruangan hidroponik, suhu luar ruangan, dan juga data kelembaban di dalam ruangan hidroponik, suhu

yang didapatkan yaitu terbaca oleh sensor suhu dan kelembaban (HTC-2). Pengamatan tanaman berupa tinggi tanaman, jumlah daun tanaman, lebar daun, panjang akar, dan berat hasil panen tanaman. Adapun data pengamatan kebutuhan air tanaman yang menggunakan rol yaitu mengukur kekurangan tinggi air pada tabung nutrisi hidroponik. Semua data mentah yang didapatkan di lapangan akan diolah menjadi data. Jadi, dari data tersebut akan didapatkan hasil kegiatan dari praktikum ini, dan dilanjutkan dengan membuat laporan akhir.

## I. Pengamatan Tanaman

### 1. Hasil Rata – Rata Pengamatan Suhu Pagi Hari Tiap Minggu

Adapun hasil rata-rata pengamatan suhu ruangan hidroponik tipe *Deep Water Culture* terhadap tanaman pakcoy bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 46. Data Pengamatan Suhu Ruangan (Pagi Hari) Hidroponik Tiap Minggu

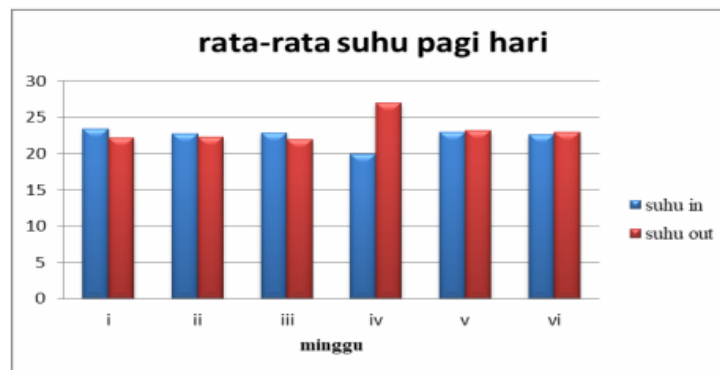
Minggu	Suhu In ( $^{\circ}\text{C}$ )	Suhu Out ( $^{\circ}\text{C}$ )
I	23,39	22,19
II	22,77	22,24
III	22,83	21,97
IV	19,9	27,03
V	22,94	23,13
VI	22,58	22,95
Jumlah	134,41	139,51
<b>Rata-Rata</b>	<b>22,40</b>	<b>23,25</b>

Pengamatan suhu dilakukan setiap hari dengan waktu pengamatan pagi jam 07.00 WIB dan sore hari jam 16.00 WIB. Hasil pada tabel di atas didapatkan dari angka pengamatan per hari dijumlahkan dan dirata-ratakan menjadi per minggu, dan didapat hasil bahwa suhu pagi hari rata-

rata pada minggu pertama yaitu  $23,39^{\circ}\text{C}$  di dalam ruangan dan  $22,19^{\circ}\text{C}$  diluar ruangan. Pada minggu kedua yaitu suhu pagi hari  $22,77^{\circ}\text{C}$  di dalam ruangan dan  $22,24^{\circ}\text{C}$  di luar ruangan. Pada minggu ketiga didapatkan suhu pagi hari  $22,83^{\circ}\text{C}$  dalam ruangan dan  $21,97^{\circ}\text{C}$  di luar ruangan. Pada minggu keempat didapatkan suhu pagi  $19,9^{\circ}\text{C}$  di dalam ruangan dan  $27,03^{\circ}\text{C}$  di luar ruangan.

Pada minggu kelima suhu pagi hari  $22,94^{\circ}\text{C}$  di dalam ruangan hidroponik dan  $23,13^{\circ}\text{C}$  pada luar ruangan, sedangkan di minggu enam didapatkan suhu pagi hari yaitu  $22,58^{\circ}\text{C}$  di dalam ruangan dan  $22,95^{\circ}\text{C}$  di luar ruangnya. Dari data di atas didapatkan data suhu pagi rata-rata enam minggu adalah  $22,40^{\circ}\text{C}$  di dalam ruangan hidroponik dan  $23,25^{\circ}\text{C}$  di luar ruangnya. Adapun cara pembacaan suhu pada ruangan hidroponik yaitu menggunakan sensor suhu (HTC-2) yang langsung bisa membaca suhu luar ruangan, dalam ruangan dan juga kelembaban pada ruangan hidroponik.

Pada pengontrolan suhu yaitu kita memberi suhu dengan mengatur remote AC  $20^{\circ}\text{C}$  pada pagi hari, dilakukan demikian yaitu karena suhu di luar ruangan panas maka kalau di dalam ruangan terisolasi suhunya lebih panas, dan diatur  $25^{\circ}\text{C}$  pada sore hari dikarenakan mulai dari sore hingga paginya suhu di luar ruangan rendah maka di dalam ruangan suhunya akan lebih rendah. Selepas dari pada itu, penulis memberi perlakuan dengan menaikkan suhu di sore hari, yaitu  $25^{\circ}\text{C}$ . Itu semua dilakukan agar tanaman pakcoy bisa tumbuh subur di ruangan hidroponik. Berikut adalah grafik dari rata-rata suhu pagi hari tiap minggu.



Gambar 55. Grafik Rata-Rata Hasil Pengamatan Suhu Pagi Tiap Minggu terhadap Tanaman Pakcoy

81 Pada grafik pengamatan suhu pagi rata-rata tiap minggu yaitu suhu minggu pertama, minggu kedua, minggu ketiga, dan minggu kelima. Suhu dalam ruangan lebih tinggi dari pada suhu luar ruangan, sedangkan pada minggu keempat dan keenam suhu luar ruangan lebih tinggi dari pada dalam ruangan. Suhu tertinggi di dalam ruangan yaitu pada minggu pertama dan suhu dalam terendah pada minggu keempat, sedangkan suhu luar ruangan tertinggi pada minggu empat dan terendah pada minggu tiga.

## 2. Hasil Rata – Rata Pengamatan Suhu Sore Hari Tiap Minggu

Adapun hasil rata-rata pengamatan suhu sore ruangan hidroponik tipe *Deep Watter Culture* terhadap tanaman pakcoy bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 47. Data Pengamatan Suhu Ruangan (Sore Hari) Hidroponik Tiap Minggu

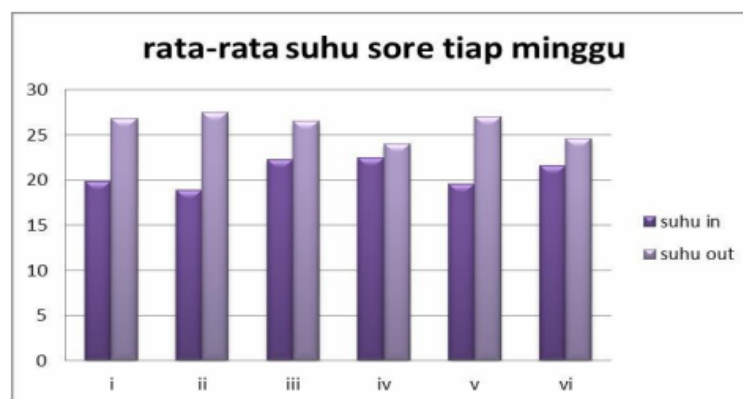
Minggu	Suhu In ( $^{\circ}$ C)	Suhu Out ( $^{\circ}$ C)
I	19,84	26,84
II	18,87	27,49
III	22,31	26,53
IV	22,47	24,03
V	19,56	27,03
VI	21,63	24,64
Jumlah	124,68	156,56
Rata-Rata	20,78	26,09

46 Pengamatan suhu dilakukan setiap hari dengan waktu pengamatan pagi jam 07.00 dan sore hari jam 16.00. Hasil pada tabel di atas didapatkan dari angka pengamatan per hari dijumlahkan dan dirata-ratakan menjadi per minggu, dan didapat hasil bahwa suhu sore hari rata-

rata pada minggu pertama yaitu  $19,84^{\circ}\text{C}$  di dalam ruangan dan  $26,84^{\circ}\text{C}$  di luar ruangan. Pada minggu kedua yaitu suhu sore hari  $18,87^{\circ}\text{C}$  di dalam ruangan dan  $27,49^{\circ}\text{C}$  di luar ruangan. Pada minggu ketiga didapatkan suhu sore hari  $22,31^{\circ}\text{C}$  dalam ruangan dan  $26,53^{\circ}\text{C}$  di luar ruangan. Pada minggu keempat didapatkan suhu sore  $19,56^{\circ}\text{C}$  di dalam ruangan dan  $27,03^{\circ}\text{C}$  di luar ruangan.

Pada minggu kelima suhu sore hari  $22,94^{\circ}\text{C}$  di dalam ruangan hidroponik dan  $23,13^{\circ}\text{C}$  pada luar ruangan, sedangkan di minggu enam didapatkan suhu sore hari yaitu  $22,58^{\circ}\text{C}$  di dalam ruangan dan  $22,95^{\circ}\text{C}$  di luar ruangnya. Dari data di atas didapatkan data suhu sore rata-rata enam minggu adalah suhu dalam  $20,78^{\circ}\text{C}$  dan suhu luar  $26,0^{\circ}\text{C}$ . Adapun cara pembacaan suhu pada ruangan hidroponik yaitu menggunakan sensor suhu (HTC-2) yang langsung bisa membaca suhu luar ruangan, dalam ruangan, dan juga kelembaban pada ruangan hidroponik.

Pada pengontrolan suhu yaitu kita memberi suhu dengan mengatur remote AC  $20^{\circ}\text{C}$  pada pagi hari, dilakukan demikian yaitu karena suhu di luar ruangan panas maka kalau di dalam ruangan terisolasi suhunya lebih panas, dan diatur  $25^{\circ}\text{C}$  pada sore hari dikarenakan mulai dari sore hingga paginya suhu di luar ruangan rendah maka di dalam ruangan suhunya akan lebih rendah. Selepas dari pada itu penulis memberi perlakuan dengan menaikkan suhu disore hari yaitu  $25^{\circ}\text{C}$ . Itu semua dilakukan agar tanaman pakcoy bisa tumbuh subur di ruangan hidroponik. Berikut adalah grafik dari rata-rata suhu sore hari setiap minggu.



Gambar 56. Grafik Rata-Rata Hasil Pengamatan Suhu Sore Tiap Minggu terhadap Tanaman Pakcoy

Pada grafik dapat dilihat bahwa data rata-rata suhu sore hari didapatkan suhu luar ruangan lebih tinggi daripada suhu dalam ruangan hidroponik. Didapatkan suhu dalam tertinggi pada minggu tiga dan suhu dalam terendah pada minggu dua, sedangkan pada suhu luar tertinggi terjadi pada minggu lima dan suhu luar paling rendah yaitu pada minggu tiga.

### 3. Hasil Rata – Rata Pengamatan Kelembaban (%) Tiap Minggu

Adapun hasil rata-rata pengamatan RH (%) ruangan hidroponik tipe *Deep Water Culture* terhadap tanaman pakcoy bisa dilihat pada tabel berikut.

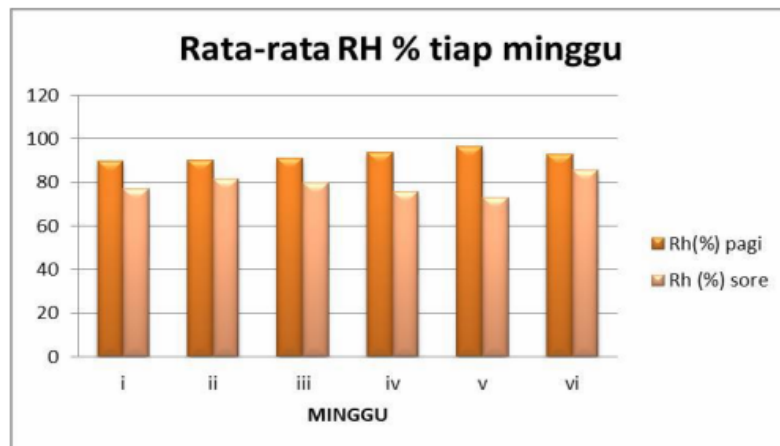
Tabel 48. Data Pengamatan Kelembaban Ruangan Hidroponik Tiap Minggu

Hari	Rh (%) Pagi	Rh (%) Sore
I	90	77
II	90,29	81,71
III	91,37	80
IV	93,71	76
V	96,71	73,29
VI	93,15	85,77
Jumlah	555,2	473,77
<b>Rata- Rata</b>	<b>92,54</b>	<b>78,96</b>

Hasil pengamatan dalam pengukur RH dapat dilihat pada tabel di atas. Dari tabel di atas nilai RH pagi pada minggu pertama yaitu 90% dan 77% sore hari, rata-rata nilai RH pagi pada minggu kedua yaitu 90,29%, dan 81,71% di sore harinya. Pada pagi minggu ketiga yaitu 91,37%, dan 80% di sore harinya. Pada pagi minggu keempat didapat nilai RH adalah 93,71%, dan di sore harinya 76%. Sedangkan pagi pada minggu kelima



yaitu 96,71% dan sore harinya 73,29%. Pada minggu keenam didapat data RH adalah 93,15%, dan sore harinya 85,77%. Dari data rata-rata seluruhnya RH pagi hari yaitu 92,54% dan 78,96% di sore harinya. Data tersebut didapatkan dari hasil pengamatan menggunakan sensor kelembaban, yaitu HTC-2. Berikut adalah grafik dari rata-rata RH tiap minggu yang didapatkan dari sensor HTC-2



Gambar 57. Grafik Rata-Rata Pengamatan Kelembaban Ruang Hidroponik

Terlihat pada grafik kelembaban tertinggi pagi hari yaitu pada minggu lima dan kelembaban paling rendah pagi hari yaitu pada minggu kedua. Sedangkan kelembaban sore hari tertinggi yaitu pada minggu enam dan kelembaban sore hari paling rendah pada minggu kelima. Dari grafik di atas disimpulkan bahwa kelembaban pagi hari lebih tinggi dari kelembaban sore hari.

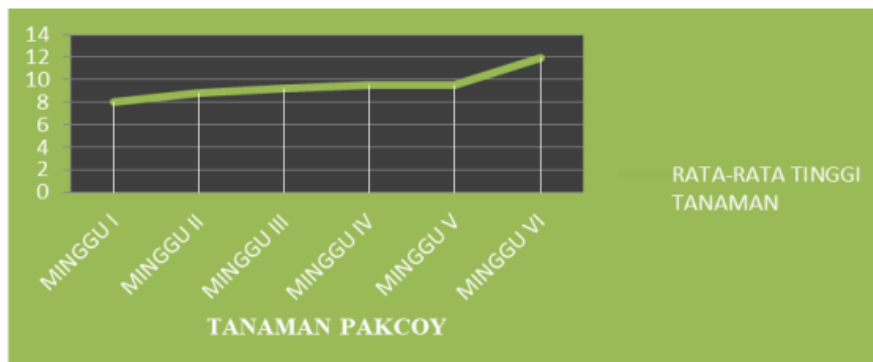
#### 4. Rata-Rata Tinggi Tanaman Pakcoy

Berdasarkan hasil pengamatan oleh tim penulis, dari minggu ke minggu, tanaman pakcoy mengalami perubahan tinggi. Meskipun perubahan tinggi tanaman pakcoy per minggunya memiliki jumlah yang tidak jauh berbeda. Adapun rata-rata tinggi tanaman pakcoy di setiap minggunya dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 49. Rata-Rata Tinggi Tanaman Pakcoy

Minggu	Rata-Rata Tinggi Tanaman (cm)
Minggu I	8,02
Minggu II	8,85
Minggu III	9,24
Minggu IV	9,52
Minggu V	9,54
Minggu VI	11,98

Pada tabel di atas rata-rata tinggi tanaman pakcoy per minggu. Tiap minggu terjadi penambahan tinggi tanaman pakcoy. Pada minggu pertama pakcoy memiliki rata-rata tinggi tanaman 8,02 cm, setelah pengukuran minggu satu dan pada minggu dua terjadi kenaikan 0,83 cm tinggi tanaman pakcoy. Pada minggu tiga rata-rata tinggi tanaman mencapai 9,24 cm setiap minggu, sampai minggu enam kenaikan tinggi tanaman semakin besar sehingga pada minggu keenam rata-rata tinggi tanaman menjadi 11,98 cm. Berikut gambar grafik rata-rata tinggi tanaman tiap minggu.



Gambar 58. Grafik Rata-Rata Tinggi Tanaman Pakcoy

Terlihat pada grafik bahwa terjadi peningkatan tinggi tanaman terbesar pada minggu enam.

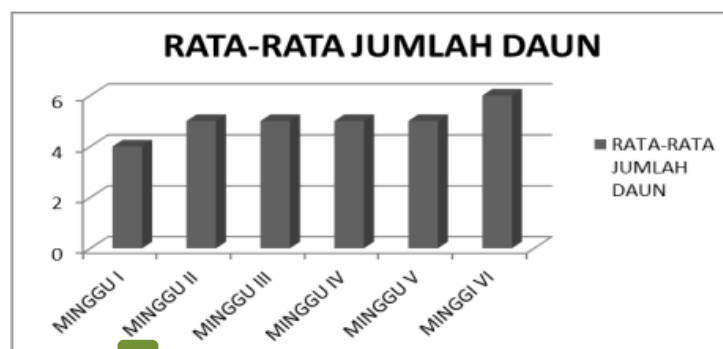
## 5. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Pakcoy

Dalam perkembangannya, tanaman pakcoy memiliki jumlah daun yang berbeda pula. Meskipun demikian, perbandingan atau perkembangan jumlah daun di setiap minggunya terbilang tidak mengalami perubahan yang signifikan. bahkan untuk minggu ke minggu tertentu, jumlah daun tidak mengalami perubahan. Berikut adalah rata-rata jumlah daun tanaman pakcoy.

Tabel 50. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Pakcoy

Minggu	Rata-Rata Jumlah Daun (cm)
Minggu I	4
Minggu II	5
Minggu III	5
Minggu IV	5
Minggu V	5
Minggu VI	6

Pada tabel di atas rata-rata jumlah daun pada tanaman pakcoy yaitu 5 lembar. Pada minggu pertama rata jumlah daun 4 lembar pada minggu dua sampai minggu lima jumlah daun 5 lembar. Kenaikan rata-rata jumlah daun pada minggu enam yaitu 6 lembar. Berikut adalah rata-rata jumlah daun pakcoy tiap minggu.



Gambar 59. Grafik Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Pakcoy

## 6. Hasil Panen Tanaman Pakcoy

Tanaman Pakcoy pada saat tiba masa panen memiliki perkembangan, baik panjang akar, tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, maupun berat tanaman Pakcoy itu sendiri. Berikut adalah tabel hasil panen tanaman Pakcoy berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh tim penulis.

Tabel 51. Pengamatan Hasil Panen Tanaman Pakcoy

Rak-Rak Hidroponik	Panjang Rata-Rata Akar (cm)	Tinggi Rata-Rata (cm)	Rata-Rata Jumlah Daun (cm)	Rata-Rata Lebar Daun (cm)	Berat (gr)
Rak 1 (Atas)	10,2	10,9	7	5	900
Rak 2 (Tengah)	7,5	8,8	5	6,5	400
Rak 3 (Bawah)	11,2	11,6	8	7,5	600

Panen tanaman pakcoy dihitung berdasarkan tingkatan rak hidroponik, karena tingkatan rak juga mempengaruhi hasil tanaman pakcoy yang disebabkan oleh tingkat kelembaban yang diterima oleh tanaman. Pada rak atas mendapatkan kelembaban yang cukup dibandingkan pada rak tengah maupun pada rak bawah.

Dapat dilihat pada tabel bahwa pada rak satu atau rak bagian atas memiliki hasil produksi sebesar 900 gram, pada rak tengah atau rak dua terdapat hasil produksi sebesar 400 gram yang disebabkan oleh adanya tiga pot tanaman mati. Pada rak bawah atau rak tiga memiliki hasil produksi sebesar 600 gram karena kurang terjadinya kelembaban sehingga dapat dilihat pada tabel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ade Firmansah, Didik Notusojo, Dedesuhendi. Tt. Analisa System Otomatis HVAC (*Heating, Ventilating, Air Conditioner*). Teknik Elektro Universitas Bogor.
- Ai Fitri Silvia, Erik Haritman, Yuda Muladi. Tt. Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino dan Android. Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
- Albright, L.D. 1996. Controlled environment lettuce-production modules. Proceedings of the 26th National Agricultural Plastics Congress and the American Greenhouse Growers Association Conference, June 14-18, Atlantic City, NJ. pp. 265-270.
- Alviani, P. 2015. *Bertanam Hidroponik untuk Pemula Cara Bertanam Cerdas di Lahan Terbatas*. Jakarta: Bibit Publisher.
- Astawan, Made. 2008. *Sehat dengan Hidangan Hewani*. Jakarta: Tp.
- Both, A.J., S.S. Scholl, L.D. Albright, and R.W. Langhans. 1998. TITLE: Comparing Continuous Lettuce Production in Nutrient Film Technique and Floating Hydroponics. Proceedings of the 15th International Lettuce Conference and Leafy.
- Cahyono B. 2003. *Teknik dan Strategi Budidaya Sawi Hijau (Pai-Tsai)*. Yogyakarta : Yayasan Pustaka Nusantara.
- Eko. 2014. *Rancang Bangun Sistem Pengukuran Ph Meter dengan Menggunakan Mikrokontroller*. Universitas Mercu Buana.
- Fides. 1992. Pemberian Cahaya Tambahan dengan Lampu HID Dan LED untuk Merespons Waktu Pembungaan Tomat Cherry di dalam Rumah Tanaman.
- Goto, E. 2011. Production of Pharmaceutical Materials Using Genetically Modified Plants Grown Under Artificial Lighting. Acta Hort. 907: 45-52.
- Goto, E. 2012. Plant Production in a Closed Plant Factory with Artificial Lighting. Acta Hort. 956, 37-49. DOI: 10.17660/ActaHortic. 2012.956.2

- Handoko. 2008. Pengaruh Jenis Lampu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Selada (*Lactuca setiva* L.) dalam Sistem Hidroponik Indoor.
- Haryanto E.T., Suhartini, E. Rahayu. 1995. *Sawi dan Selada*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Haryanto, W., T. Suhartini, dan E. Rahayu. 2003. *Sawi dan Selada*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Herwibowo Kunto, dan N.S Budiana. 2005. *Hidroponik Sayuran untuk Hobi dan Bisnis*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- How to Feed the World in 2050. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How to Feed the World in 2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf)
- Iwan Setiawan, S.T., M.T. 2009. *Buku Ajar Sensor dan Transduser*. Program Studi Sistem Kompute Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,
- Keith Roberto. 2004. How to Hydroponic (Fourth Edition). The Growing Edge Magazine, ISBN 0-9672026-1-2
- Kobayashi. 2012. Dalam Arricha Widi Prameswari. 2017. "Pengaruh Warna *Light Emitting* (LED) terhadap Pertumbuhan Tiga Jenis Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Secara Hidroponik". Universitas Jember.
- Kozai, T. and Chun, C. 2002. Closed Systems with Artificial Lighting for Production of High Quality Transplants Using Minimum Resource and Environmental Pollution. *Acta Hort.* 578: 27-33.
- Kozai, T., Chun, C. and Ohyama, K. 2004. Closed Systems with Lamps For Commercial Production of Transplants Using Minimal Resources. *Acta Hort.* 630: 239254.
- Kozai, T., Ohyama, K. and Chun, C. 2006. Commercialized Closed Systems with Artificial Lighting for Plant Production. *Acta Hort.* 711:61-70.
- Kozai, T. 2013. Resource Use Efficiency of Closed Plant Production System with Artificial Light: Concept, Estimation and Application to Plant Factory. *Proceedings of the Japan Academy Series B Vol.89*. P. 447-461, [Http://Doi.Org/10.2183/Pjab.89.447](http://doi.org/10.2183/Pjab.89.447).
- Lingga. 1999. Dalam Yesi Lindawatti, Sugeng Triyono, dan Diding Suhanandi. 2015. "Pengaruh Lama Penyinaran Kombinasi Lampu

LED dan Lampu Neon terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*) dengan Hidroponik Sistem Sumbu (Wick System)". Universitas Lampung.

- Lingga, P. 2005. *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Muhammad Fahmi Awaj, Adian Fatchur Rohim, Eko Didik Widiyanto. 2013. *Sistem Pengukuran Suhu dan Kelembaban Ruang Server*. Universitas Diponegoro: Program Studi Teknik Sistem Komputer.
- Muzayyana. 2009. *Pengaruh Pemberian Pupuk Bokashi terhadap Tanaman Sawi (Brassica Jun Ca L)*. Institut Pertanian Bogor.
- Nazaruddin. 2003. *Budidaya dan Pengantar Panen Sayuran Dataran Rendah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nurshanti, Dora Fatmawati. 2010. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Caisin (*Brassica juncea L.*). *Agronobis*, Vol.11, No.1, Maret 2010.
- Oktoyurnal, Devi Harianti. 2005. *Hidroponik dan Rumah Kaca*. Payakumbuh: Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh.
- Perwitasari, B., Triptsari, M., dan C. Wasonowati. 2012. Pengaruh Media Tanam dan Nutrisi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi dengan Sistem Hidroponik. *J. Agrovigor*, 5(1).
- Pristian Lutfhy Romadoloni. 2015. Rancang Bangunsistem Otomasi Hidroponik NFT. (D-3 Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom).
- Restiani. 2015. Dalam Arricha Widi Prameswari. 2017. "Pengaruh Warna Light Emitting (LED) terhadap Pertumbuhan Tiga Jenis Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*) Secara Hidroponik". Universitas Jember.
- Restianti R., Ttriyono S., Tusi A., Zahab R. 2015. Pengaruh Jenis Lampu terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L*) dalam Sistem Hidroponik *Indoor*. Universitas Lampung.
- Rukmana R. 2007. *Bertanam Petsai dan Sawi*. Yogyakarta: Kanius.
- Sunarjono, H.H. 2004. *Bertanam 30 Jenis Sayur*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Sutiyoso, Yos. 2004. Hidroponik *ala* Yos. Seri Agritekno. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Supriati, Y., dan E. Herlina. 2014. *Sayuran Organik dalam Pot*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Vegetable Crops Workshop. September 23-26, 1998. Atlantic City, NJ. FAO, 2009.
- Wibawa Imam. 2013. Pengaruh Nutrisi AB Mix terhadap Tinggi, Banyak Daun, dan Bobot Tanaman pada Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L) dengan Sistem Hidroponik. Universitas Kutai Kartanegara Jakarta.
- Wijayani dan Widodo. 2005. Dalam Maha Putra Dyka Taufanapri. 2016. Pengendalian pH dan EC pada Larutan Nutrisi Hidroponik Tomat Ceri. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
- Yulia, A.E., Murniati, dan fatimah. 2011. Aplikasi Pupuk Organik pada Tanaman Caisin untuk Dua Kali Penanaman. *Jurnal Sagu*, 10(1).
- Yuniarti E. 2000. Mempelajari Proses Pembuatan dan Lama Penyimpanan Selai Rumput Laut. [*Skripsi*]. Bogor: Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan. Institut Pertanian Bogor.



# SMART AGRICULTURE Budidaya Hidroponik dengan Sistem Cerdas

## ORIGINALITY REPORT

<b>17</b> %	<b>16</b> %	<b>5</b> %	<b>8</b> %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>www.scribd.com</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>2</b>	<b>adoc.pub</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>eprints.polsri.ac.id</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>4</b>	<b>123dok.com</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>greenhousemydarling.blogspot.com</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>kopilis.blogspot.com</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>7</b>	<b>jazirahkomputer.blogspot.com</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>8</b>	<b>sinta.eng.unila.ac.id</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>9</b>	<b>repository.upi-yai.ac.id</b> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>10</b>	<b>pinapinapi.blogspot.com</b> Internet Source	

<1 %

11

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Internet Source

<1 %

12

[www.builder.id](http://www.builder.id)

Internet Source

<1 %

13

[repository.uin-suska.ac.id](http://repository.uin-suska.ac.id)

Internet Source

<1 %

14

[pt.scribd.com](http://pt.scribd.com)

Internet Source

<1 %

15

[media.neliti.com](http://media.neliti.com)

Internet Source

<1 %

16

[docplayer.info](http://docplayer.info)

Internet Source

<1 %

17

[idoc.pub](http://idoc.pub)

Internet Source

<1 %

18

[repository.ummat.ac.id](http://repository.ummat.ac.id)

Internet Source

<1 %

19

[es.scribd.com](http://es.scribd.com)

Internet Source

<1 %

20

[etheses.uinmataram.ac.id](http://etheses.uinmataram.ac.id)

Internet Source

<1 %

21

[repository.ub.ac.id](http://repository.ub.ac.id)

Internet Source

<1 %

22

[repository.unpas.ac.id](http://repository.unpas.ac.id)

Internet Source

<1 %

23	<a href="https://anyflip.com">anyflip.com</a> Internet Source	<1 %
24	Submitted to Universitas Negeri Semarang Student Paper	<1 %
25	<a href="https://ip2m.stiperamuntai.ac.id">Ip2m.stiperamuntai.ac.id</a> Internet Source	<1 %
26	<a href="https://repository.dinamika.ac.id">repository.dinamika.ac.id</a> Internet Source	<1 %
27	Submitted to STT PLN Student Paper	<1 %
28	<a href="https://repository.radenintan.ac.id">repository.radenintan.ac.id</a> Internet Source	<1 %
29	<a href="https://mikrokontroller-dasar.blogspot.com">mikrokontroller-dasar.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
30	<a href="https://repo.unand.ac.id">repo.unand.ac.id</a> Internet Source	<1 %
31	<a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Internet Source	<1 %
32	<a href="https://eprints.unisla.ac.id">eprints.unisla.ac.id</a> Internet Source	<1 %
33	<a href="https://moam.info">moam.info</a> Internet Source	<1 %
34	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
35	<a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Internet Source	<1 %

---

36	<a href="http://widuri.raharja.info">widuri.raharja.info</a> Internet Source	<1 %
37	<a href="http://dokumen.tips">dokumen.tips</a> Internet Source	<1 %
38	<a href="http://slideplayer.info">slideplayer.info</a> Internet Source	<1 %
39	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %
40	<a href="http://fr.scribd.com">fr.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
41	Alvera Prihatini Dewi Nazari, Eliyani Eliyani, Wilujeng Astutik. "The Response of Lettuce ( <i>Lactuca sativa</i> L.) to The Types and Application Time of Agroprobiotic Fertilizer", AGRIFOR, 2019 Publication	<1 %
42	<a href="http://eprints.radenfatah.ac.id">eprints.radenfatah.ac.id</a> Internet Source	<1 %
43	<a href="http://jurnal.untan.ac.id">jurnal.untan.ac.id</a> Internet Source	<1 %
44	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	<1 %
45	<a href="http://repository.politanipyk.ac.id">repository.politanipyk.ac.id</a> Internet Source	<1 %
46	<a href="http://eprints.uny.ac.id">eprints.uny.ac.id</a> Internet Source	<1 %

---

47	<a href="https://repository.unmuhjember.ac.id">repository.unmuhjember.ac.id</a> Internet Source	<1 %
48	<a href="https://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	<1 %
49	<a href="https://docobook.com">docobook.com</a> Internet Source	<1 %
50	<a href="https://etheses.uin-malang.ac.id">etheses.uin-malang.ac.id</a> Internet Source	<1 %
51	Melissa Syamsiah, Irpan Maulana Sihab, Angga Adriana Imansyah. "PENGARUH BERBAGAI WARNA CAHAYA LAMPU NEON TERHADAP PERTUMBUHAN SAWI HIJAU ( <i>Brassica juncea</i> L.) PADA SISTEM HIDROPONIK INDOOR", Pro-STek, 2022 Publication	<1 %
52	<a href="https://atmonobudi.wordpress.com">atmonobudi.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
53	<a href="https://jurnal.fp.unila.ac.id">jurnal.fp.unila.ac.id</a> Internet Source	<1 %
54	<a href="https://abyspacetion.blogspot.com">abyspacetion.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
55	<a href="https://dokter-nyamuk.blogspot.com">dokter-nyamuk.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
56	<a href="https://ilmubudidaya.com">ilmubudidaya.com</a> Internet Source	<1 %
57	<a href="https://repo.budiutomomalang.ac.id">repo.budiutomomalang.ac.id</a> Internet Source	<1 %

---

58	<a href="http://aksesorisaquarium.com">aksesorisaquarium.com</a> Internet Source	<1 %
59	<a href="http://ejournal.unisnu.ac.id">ejournal.unisnu.ac.id</a> Internet Source	<1 %
60	<a href="http://jurnal.stmik-aub.ac.id">jurnal.stmik-aub.ac.id</a> Internet Source	<1 %
61	<a href="http://tanahkaya.com">tanahkaya.com</a> Internet Source	<1 %
62	<a href="http://www.seringbaca.com">www.seringbaca.com</a> Internet Source	<1 %
63	<a href="http://repositori.uin-alauddin.ac.id">repositori.uin-alauddin.ac.id</a> Internet Source	<1 %
64	<a href="http://anzdoc.com">anzdoc.com</a> Internet Source	<1 %
65	Sutrisno Sutrisno, Andy Wijanarko. "Perbedaan Lokasi dan Waktu Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai di Lahan Sawah Nusa Tenggara Barat", Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto, 2020 Publication	<1 %
66	Submitted to Udayana University Student Paper	<1 %
67	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia Student Paper	<1 %

---

68	<a href="http://biogenesis.ejournal.unri.ac.id">biogenesis.ejournal.unri.ac.id</a> Internet Source	<1 %
69	<a href="http://repository.uir.ac.id">repository.uir.ac.id</a> Internet Source	<1 %
70	<a href="http://jurnal.fp.uns.ac.id">jurnal.fp.uns.ac.id</a> Internet Source	<1 %
71	<a href="http://repositori.umsu.ac.id">repositori.umsu.ac.id</a> Internet Source	<1 %
72	E. Goto. "PLANT PRODUCTION IN A CLOSED PLANT FACTORY WITH ARTIFICIAL LIGHTING", Acta Horticulturae, 2012 Publication	<1 %
73	<a href="http://creativecommons.org">creativecommons.org</a> Internet Source	<1 %
74	<a href="http://darwinraufsst.blogspot.com">darwinraufsst.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
75	<a href="http://eprints.stiperdharmawacana.ac.id">eprints.stiperdharmawacana.ac.id</a> Internet Source	<1 %
76	<a href="http://tep.fateta.unand.ac.id">tep.fateta.unand.ac.id</a> Internet Source	<1 %
77	<a href="http://edoc.site">edoc.site</a> Internet Source	<1 %
78	<a href="http://normabiologi.blogspot.com">normabiologi.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
79	<a href="http://repository.uma.ac.id">repository.uma.ac.id</a> Internet Source	<1 %

- 
- 80 [syont.wordpress.com](http://syont.wordpress.com) <1 %  
Internet Source
- 
- 81 [www.sabungayamindonesiaku.org](http://www.sabungayamindonesiaku.org) <1 %  
Internet Source
- 
- 82 Erna Wathi, Rosma Hasibuan, Indriyati Indriyati. "PENGARUH FREKUENSI APLIKASI ISOLAT JAMUR ENTOMOPATOGEN *Metarhizium anisopliae* TERHADAP KUTUDAUN (*Aphis glycines* Matsumura) DAN ORGANISME NON-TARGET PADA PERTANAMAN KEDELAI", *Jurnal Agrotek Tropika*, 2015 <1 %  
Publication
- 
- 83 Ramaidani Ramaidani, Vivi Mardina, Muhamad Al Faraby. "PENGARUH NUTRISI AB MIX TERHADAP PERTUMBUHAN SAWI PAKCOY DAN SELADA HIJAU DENGAN SISTEM HIDROPONIK", *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2021 <1 %  
Publication
- 
- 84 Viktor Janjer Dami, Arnold Christian Hendrik, Hartini R.L Solle. "Pengaruh Jenis Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelor (*Moringa oliefera* L.)", *Indigenous Biologi : Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*, 2020 <1 %  
Publication
- 
- 85 [bloglesmawardi.blogspot.com](http://bloglesmawardi.blogspot.com) <1 %  
Internet Source
-



86	<a href="http://ejournal-s1.undip.ac.id">ejournal-s1.undip.ac.id</a> Internet Source	<1 %
87	<a href="http://eprints.walisongo.ac.id">eprints.walisongo.ac.id</a> Internet Source	<1 %
88	<a href="http://hendrikhutabarat.blogspot.com">hendrikhutabarat.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
89	<a href="http://id.scribd.com">id.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
90	<a href="http://journal.amikmahaputra.ac.id">journal.amikmahaputra.ac.id</a> Internet Source	<1 %
91	<a href="http://journal.pancabudi.ac.id">journal.pancabudi.ac.id</a> Internet Source	<1 %
92	<a href="http://lesterraeford.net">lesterraeford.net</a> Internet Source	<1 %
93	<a href="http://mikroavr.com">mikroavr.com</a> Internet Source	<1 %
94	<a href="http://ojs.unm.ac.id">ojs.unm.ac.id</a> Internet Source	<1 %
95	<a href="http://repository.iainambon.ac.id">repository.iainambon.ac.id</a> Internet Source	<1 %
96	<a href="http://repository.unika.ac.id">repository.unika.ac.id</a> Internet Source	<1 %
97	Mochammad Yusa, Joko Dwi Santoso, Andi Sanjaya. "Implementasi Dan Perancangan Pengukur Tinggi Badan Menggunakan Sensor Ultrasonik", Pseudocode, 2021	<1 %

Publication

---

98

[rmohammadhakimzakaria.blogspot.com](http://rmohammadhakimzakaria.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

---

99

[herman580.wordpress.com](http://herman580.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

---

Exclude quotes  On

Exclude matches  Off

Exclude bibliography  On