

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Smart Farming

Smart Farming merupakan pertanian modern yang menggambarkan teknologi informasi komunikasi yang lebih modern di bidang pertanian, umumnya pertanian akan dibungkan dengan perangkat handphone atau tablet yang mana akan menampilkan informasi status tanamannya yang diperoleh dari perangkat yang ditanamkan pada lahan pertanian[7]. Dengan adanya bantuan dari teknologi tersebut, petani mendapatkan informasi yang tepat dan cepat serta dapat mengambil keputusan yang tepat dalam menjalankan usaha pertaniannya

2.2 Indoor Farming

Indoor farming merupakan cara atau alternatif budidaya tanaman tanpa memerlukan lahan yang begitu luas, indoor farming biasanya terletak di sebuah ruangan yang tertutup ada juga yang setengah tertutup biasanya jenis budidaya yang berada di indoor farming berupa adalah hidroponik, aeroponic, berbasis tanah, aquaponik dan lainnya[13].

2.3 Plant Factory with Artificial Lighting (PFAL)

Plant Factory with Artificial Lighting (PFAL) dikenal juga sebagai sistem produksi tanaman tertutup. PFAL adalah sistem pertanian indoor dengan kondisi iklim mikro yang terkendali untuk meningkatkan produktivitas hasil pertanian. Sesuai dengan namanya, sistem pertanian ini memanfaatkan teknologi pencahayaan buatan dengan menggunakan lampu. Pemanfaatan lampu sebagai pengganti cahaya matahari adalah karena tidak menentunya kondisi cuaca di berbagai belahan Dunia karena perubahan iklim yang ekstrim. Lampu yang biasa digunakan untuk PFAL adalah lampu LED (Light Emitting Diodes).

Tanaman yang cocok untuk PFALs untuk produksi komersial memiliki karakteristik sebagai berikut: (1) pendek di tinggi (sekitar 30 cm atau kurang) untuk disesuaikan dengan rak budidaya multitier dengan jarak vertikal antara

bedengan budidaya 40-50 cm; (2) cepat tumbuh (dapat dipanen 10-30 hari setelah tanam) di konsentrasi CO₂ tinggi; (3) tumbuh baik pada intensitas cahaya rendah dan kerapatan tanam tinggi; (4) produk bernilai tinggi jika segar, bersih, enak, bergizi, dan bebas pestisida; (5) nilai produk dapat ditingkatkan secara efektif dengan pengendalian lingkungan; (6) sekitar 85% berat segar tanaman dapat dijual sebagai produk (misalnya, rasio berat akar daun selada harus lebih rendah dari 10% -15%) dan (7) segala jenis transplantas.[6][14]



Gambar 2. 1 *Plant Factory with Artificial Lighting*

Pada penelitian ini menggunakan tanaman sawi adapun beberapa parameter yang harus diperhatikan, untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman sawi pada *Plant factory With Artificial Ligthing (PFAL)* adalah sebagai berikut :

1. Parameter Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya ideal pada PFAL (Plant Factory dengan Artificial Lighting) untuk tanaman Pak Choi adalah sekitar 300-500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ atau 15.000-25.000 lux pada tingkat permukaan daun tanaman. Rentang intensitas cahaya ini memungkinkan tanaman untuk melakukan fotosintesis dengan efisien dan mempromosikan pertumbuhan yang optimal.

Perlu diingat bahwa beberapa spesies tanaman mungkin memiliki kebutuhan intensitas cahaya yang berbeda, sehingga penting untuk meneliti persyaratan spesifik dari tanaman yang ingin ditanam. Selain itu, intensitas cahaya harus dipantau secara teratur dan disesuaikan sesuai kebutuhan untuk memastikan kondisi tumbuh yang optimal

Dalam sistem PFAL, intensitas cahaya dapat diatur dengan menggunakan lampu LED atau lampu lain yang sesuai. Selain itu, posisi lampu dan jaraknya dari tanaman juga dapat memengaruhi intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor ini dan melakukan penyesuaian yang diperlukan untuk memastikan bahwa tanaman tumbuh dalam lingkungan yang optimal dengan intensitas cahaya yang cukup untuk melakukan fotosintesis.[15]

2. Parameter Karbon Dioksida

Rentang ideal kadar karbon dioksida (CO₂) untuk tanaman Pak Choi adalah sekitar 800-1200 ppm (part per juta). Rentang ini menyediakan cukup CO₂ bagi tanaman untuk melakukan fotosintesis dengan efisien dan mempromosikan pertumbuhan yang optimal.

Perlu dicatat bahwa berbagai jenis tanaman memiliki kebutuhan CO₂ yang berbeda, sehingga penting untuk meneliti persyaratan spesifik dari tanaman yang ingin ditanam. Selain itu, dalam sistem indoor vertical farm atau plant factory dengan pencahayaan buatan, tingkat CO₂ harus dimonitor secara teratur dan disesuaikan sesuai kebutuhan untuk memastikan kondisi tumbuh yang optimal.

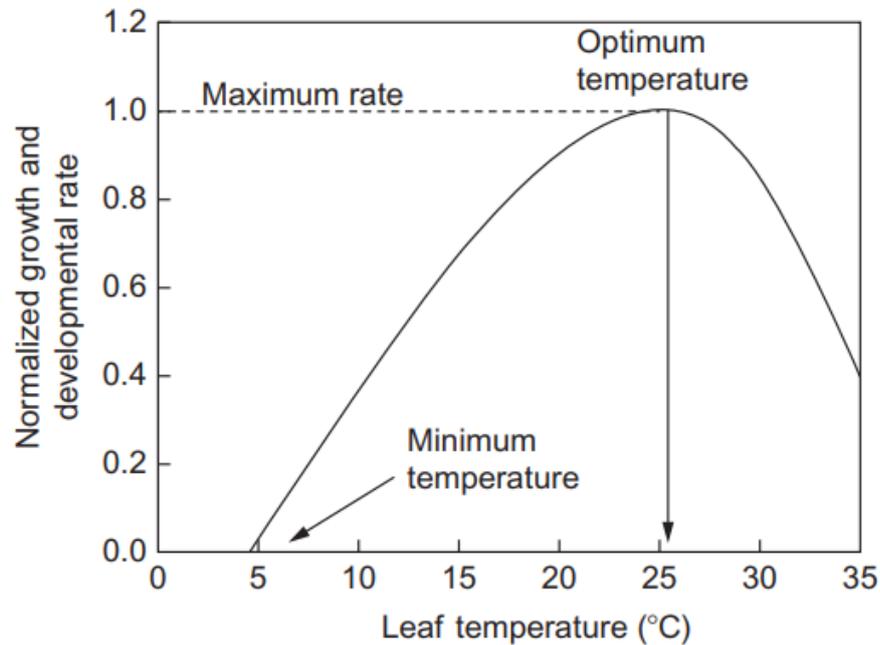
Tingkat CO₂ dapat ditingkatkan dengan menggunakan generator CO₂ atau dengan membawa udara dari luar yang memiliki konsentrasi CO₂ yang lebih tinggi. Penting untuk memantau tingkat CO₂ secara teratur dan membuat penyesuaian jika diperlukan untuk memastikan bahwa tanaman tumbuh dalam lingkungan yang optimal dengan CO₂ yang cukup untuk fotosintesis.[15]

3. Parameter Suhu

Suhu ideal untuk tanaman Pak Choi (*Brassica rapa*) pada sistem PFAL (Plant Factory dengan Artificial Lighting) adalah sekitar 20-25°C (68-77°F). Rentang suhu ini memungkinkan tanaman tumbuh dengan efisien sambil mencegah stres panas. Perlu diingat bahwa beberapa spesies tanaman mungkin memiliki rentang suhu optimal yang berbeda, sehingga penting untuk meneliti persyaratan spesifik dari tanaman yang ingin ditanam.

Sangat penting untuk menjaga suhu agar tetap konsisten dan mencegah fluktuasi besar, karena ini dapat menimbulkan stres pada tanaman dan berdampak negatif pada pertumbuhannya. Selain itu, penting untuk memonitor suhu secara teratur dan melakukan penyesuaian sesuai kebutuhan untuk memastikan bahwa tanaman tumbuh dalam lingkungan yang optimal.

Dalam sistem PFAL, suhu area pertumbuhan harus dikendalikan menggunakan peralatan pemanas atau pendingin udara untuk menjaga rentang suhu yang optimal bagi tanaman. Kelembapan relatif juga harus dikontrol untuk mencegah kekeringan dan layu pada tanaman.[15]



Gambar 2. 2 Nilai Optimal Suhu

4. Parameter Jarak lampu ke tanaman

Jarak Lampu dengan tanaman di sesuaikan ddengan rak budidaya bertingkat dengan jarak vertikal antara tempat tidur budaya 40-50 cm[15]

2.4 Hidroponik

Tanaman Hidroponik merupakan tanaman yang ditanam dengan memanfaatkan air sebagai media utama dan tanpa menggunakan media tanah yang mana air sangat berpengaruh dalam penekanan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman. Jadi tanaman hidroponik ini tidak ditanam menggunakan media tanah melainkan media lain seperti batu merah, rockwool, kerikil, arang sekam dan sebagainya[16]



Gambar 2. 3 Hidroponik

2.5 Internet Of Things (IOT)

IOT merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan kita untuk terhubung dengan mesin maupun benda fisik lainnya dengan sensor sebagai media untuk memperoleh data dan aktuator sebagai media yang mengelola keluaran dari data yang telah diolah, sehingga memungkinkan mesin dapat bertindak secara otomatis berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara mandiri[17].

Internet of Things menggunakan konsep pemanfaatan jaringan internet untuk melakukan komunikasi antar objek, komunikasi tersebut dapat dilakukan sesuai kebutuhan seperti proses pengiriman data, perekaman data, analisis data. Melalui teknologi Internet of Things ini sebuah sistem dapat dikerjakan semangkin luas dan berkembang, Melalui komunikasi berbasis IoT ini dapat mempermudah aliran informasi data antar sistem. Proses terjadinya komunikasi perlu melibatkan manusia secara langsung, artinya suatu sistem sudah dapat berdiri sendiri melakukan proses komunikasi sesuai algoritma yang telah diberikan didalam sistem yang dirancang[18]

2.6 Sistem Monitoring

Monitoring, dalam bahasa Indonesia dikenal dengan istilah pemantauan. *Monitoring* merupakan sebuah kegiatan untuk menjamin akan tercapainya semua tujuan, system monitoring juga dapat di definisikan sebagai sebagai langkah untuk mengkaji apakah kegiatan yang dilaksanakan telah sesuai dengan rencana.[19]

2.7 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah banyaknya energi yang diterima oleh suatu tanaman, per satuan luas dan per satuan waktu (kal/cm²/hari). Pengertian intensitas disini sudah termasuk didalamnya lama penyinaran, yaitu lama matahari bersinar dalam satu hari, karena satuan waktunya menggunakan hari. Besarnya intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman tidak sama untuk setiap tempat dan waktu.[20].

2.8 Light Emitting Diodes (LED)

LED adalah bentuk solid-state produksi cahaya berdasarkan teknologi electroluminescence yang memiliki beberapa atribut kondusif untuk penerangan listrik satu-sumber (Morrow, 2008). LED beroperasi pada arus searah tegangan rendah, tahan lama, tidak memerlukan ballast besar seperti lampu HID, LED memiliki umur yang jauh lebih lama dibandingkan dengan sumber pencahayaan lainnya[21]

2.8.1 Light Growing LED

Lampu-lampu yang digunakan sebagai lampu penumbuh tanaman (growing LED) memiliki panjang gelombang cahaya mulai dari 380 nanometer (nm) yang disebut cahaya ultra violet, hingga 880 nm yang disebut cahaya infrared. Tanaman membutuhkan cahaya yang terlihat mata (visible light) dengan spektrum antara 400 nm – 700 nm. Penyerapan chlorophyl menghasilkan pertumbuhan yang kuat pada spektrum antara 390 nm - 510 nm. Spektrum 610 nm - 700 nm merupakan spektrum utama bagi proses fotosintesis. Cahaya merah tua, yang terletak pada spektrum 700 nm - 730 nm sangat baik untuk proses berbunga. Dari spektrum di atas, dibuatlah berbagai jenis lampu LED untuk tanaman, baik untuk tanaman secara umum maupun yang dirancang untuk jenis tanaman tertentu[22]

2.9 Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon merupakan salah satu bahan yang terdapat di udara sebagai karbon dioksida (CO₂), di air sebagai CO₂ terlarut, dan di tanah sebagai bebatuan karbonat. Karbon adalah bahan dasar penyusun semua kehidupan, senyawa-

senyawa ini dimakan oleh konsumen, sehingga karbon berpindah-pindah dari tanaman ke hewan dan dari hewan kembali lagi ke udara berupa gas[23].

2.10 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah board berukuran kartu kredit yang dilengkapi dengan mikrokontroler dan sejumlah pin untuk berkomunikasi dengan perangkat lain. Ini adalah mikrokontroler serbaguna yang dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman yang disebut sketch. Arduino terdiri dari papan sirkuit fisik dan perangkat lunak yang berjalan pada komputer sebagai compiler.



Gambar 2. 4 Arduino Uno

2.11 Raspberry pi 4

Raspberry Pi adalah Single Board Computer (SBC) atau biasa dikenal dengan miniPC Raspberry Pi yang memiliki fungsi yang sama dengan computer atau laptop pada umumnya. Raspberry Pi pertama kali dirilis pada february tahun 2012 dan dikembangkan oleh Yayasan Nirlaba Raspberry Pi Foundation yang didalamnya merupakan Developer dan Ahli Komputer dari Universitas Cambridge, Inggris[24].



Gambar 2. 5 Raspberry Pi 4 Model B

2.12 Sensor BH 1750

Sensor lux yang digunakan yaitu tipe BH1750 dengan cara kerja yaitu didalam sensor lux ini sudah dilengkapi dengan sel foto yang bertujuan untuk menangkap cahaya yang mengenainya . Didalam penelitian ini menggunakan Lima buah sensor lux BH1750. Melalui pembacaan kelima sensor lux inilah nilai lux ruangan dapat terukur dengan baik. Kelima sensor lux BH1750 ini terkoneksi sebagai input arduino, dimana sensor ini merupakan sensor intensitas cahaya yang memiliki kemampuan untuk mengukur nilai dari intensitas cahaya didalam suatu ruangan/tempat tertentu. Sensor lux ini digunakan karena kebutuhan cahaya penerangan setiap ruangan yang berbeda-beda, contohnya cahaya penerangan diruangan yang digunakan untuk bekerja/belajar dibutuhkan penerangan yang lebih tinggi dibandingkan ruangan yang digunakan untuk tidur, sehingga dengan adanya sensor lux ini dapat mengatur kebutuhan pencahayaan ruangan sesuai yang diinginkan. Arduino juga terintegrasi dengan modul WiFi Esp8266, dimana ESP8266 ini merupakan modul WiFi sehingga komunikasi antara perangkat keras Prototype dengan media komunikasi Smartphone dapat berkomunikasi dengan baik sebagai monitoring terintegrasi jaringan internet atau berbasis Internet of Things[18]



Gambar 2. 6 Sensor BH 1750

2.13 Sensor MQ 135

MQ-135 Air adalah sensor yang memonitor kualitas udara untuk mendeteksi gas amonia (NH_3), natrium-(di)oksida (NO_x), alkohol/ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), benzena (C_6H_6), karbondioksida (CO_2), gas belerang/sulfurhidroksida (H_2S) dan asap/gas-gas lainnya di udara. Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistensi analog di pin keluarannya. Pin keluaran ini bisa disambungkan dengan pin ADC (analog-to-digital converter) di mikrokontroler/pin analog input Arduino Anda dengan menambahkan satu buah resistor saja (berfungsi sebagai pembagi tegangan/voltage divider)[25].

2.14 Python

Python ialah sebuah bahasa pemrograman komputer yang interaktif dan juga mempunyai banyak kegunaan. Filosofi perancangan pada Bahasa Pemrograman Python ini sangat memfokuskan di dalam tingkat untuk membaca sebuah atau beberapa kode maupun script. Dibandingkan Bahasa pemrograman lainnya Python sudah dipastikan mempunyai kemampuan yang bagus, bahasa yang saling menggabungkan kapabilitas yang jelas dan juga sintaksis kode dan script nya yang mudah dipahami. Bahasa pemrograman python pun mempunyai sebuah pelengkap bahasa pemrogramannya yaitu pustaka standar yang fungsional dan juga sangat besar, selain itu Pustaka nya ini pun sangat bagus dan komprehensif[26].

2.15 Database

Database atau basis data adalah kumpulan informasi yang disimpan di dalam computer secara sistematis sehingga dapat diperiksa menggunakan suatu program komputer untuk memperoleh informasi dari basis data tersebut. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengelola dan memanggil kueri (query) basis data disebut sistem manajemen basis data (database management system, DBMS). Sistem basis data dipelajari dalam ilmu informasi. Istilah "basis data" berawal dari ilmu komputer. Meskipun kemudian artinya semakin luas, memasukkan hal-hal di luar bidang elektronika, basis data komputer. Catatan yang mirip dengan basis data sebenarnya sudah ada sebelum revolusi industri yaitu dalam bentuk buku besar, kuitansi dan kumpulan data yang berhubungan dengan bisnis. Konsep dasar dari basis data adalah kumpulan dari catatan-catatan, atau potongan dari pengetahuan. Sebuah basis data memiliki penjelasan terstruktur dari jenis fakta yang tersimpan di dalamnya: penjelasan ini disebut skema. Skema menggambarkan objek yang diwakili suatu basis data, dan hubungan di antara objek tersebut. Ada banyak cara untuk mengorganisasi skema, atau memodelkan struktur basis data: ini dikenal sebagai model basis data atau model data. Model yang umum digunakan sekarang adalah model relasional, yang menurut istilah layman mewakili semua informasi dalam bentuk tabel-tabel yang saling berhubungan di mana setiap tabel terdiri dari baris dan kolom (definisi yang sebenarnya menggunakan terminologi matematika). Dalam model ini, hubungan antar tabel diwakili dengan menggunakan nilai yang sama antar tabel. Model yang lain seperti model hierarkis dan model jaringan menggunakan cara yang lebih eksplisit untuk mewakili hubungan antar tabel.[27]