

BAB 2

DASAR TEORI

1.1 KAJIAN PUSTAKA

Pertumbuhan tanaman tidak terlepas oleh adanya faktor-faktor yang mempengaruhi baik itu faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang berasal dari tubuh tumbuhan itu sendiri seperti faktor genetika dan hormon. Sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar tubuh tumbuhan tersebut yaitu dari lingkungan. Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan meliputi cahaya, nutrisi, air, dan suhu[6].

Berdasarkan penelitian terdahulu tentang pengaruh intensitas spektrum cahaya terhadap perkecambahan dan fotosintesis kacang hijau menunjukkan bahwa penggunaan spektrum cahaya merah lebih efektif jika dibandingkan dengan spektrum cahaya hijau. Tumbuhan kacang hijau memiliki *fitokrom* yaitu protein pada *kromatofora* yang mirip *fikosianin*. *Fitokrom* pada kacang hijau memiliki struktur *reversible* yang dapat mengabsorpsi energi cahaya warna merah sesuai dengan cahaya yang dibutuhkan fitokrom dan pencahayaan buatan (*artificial lighting*) berkaitan dengan bagaimana pencahayaan buatan dapat mempengaruhi respons fisiologis tumbuhan yang diatur oleh fitokrom. [6].

Indonesia merupakan wilayah yang beriklim tropis dan memiliki curah hujan yang tinggi sehingga seringkali menjadi kendala umum bagi petani Indonesia. Dengan curah hujan yang tinggi mengakibatkan kurangnya penyinaran matahari sehingga proses fotosintesis tidak sempurna. Seiring perkembangan teknologi pemanfaatan media penerangan merupakan salah satu alternatif yang baik agar pertumbuhan tanaman dapat berlangsung lebih cepat, bermutu tinggi dan meningkatkan jumlahnya. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memanipulasi cahaya matahari adalah dengan menggunakan lampu *LED* atau *Growing Light*[5].

Studi ini dilaksanakan pada bulan Agustus tahun 2021 di Dusun Kalibaru, Banyuwangi, di tempat tinggal peneliti. Contoh yang digunakan adalah bibit tanaman Pakcoy yang diperoleh dari Andalas Seed dan diproduksi oleh CV Bumi Seed, Jember, Jawa Timur. Bibit tersebut memiliki tingkat kemurnian sebesar 98% serta tingkat daya tumbuh sebesar 85%. Sampel tersebut kemudian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok kontrol (tanpa perlakuan tambahan) dan kelompok eksperimen (dengan perlakuan paparan lampu LED berwarna merah dan biru dengan intensitas

cahaya 3 watt, 9 watt, dan 15 watt). Tiap wadah penanaman berisi 20 biji tanaman Pakcoy sebagai sampel. Observasi dilakukan setiap hari mulai dari hari kedua setelah penanaman pada waktu yang sama setiap harinya. Pengamatan mencakup pertumbuhan batang, jumlah daun, dan tinggi tanaman Pakcoy. Jumlah total sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 140, terdiri dari 20 sampel bibit tanaman Pakcoy untuk kelompok kontrol, 60 sampel untuk kelompok eksperimen dengan paparan lampu LED berwarna merah (dengan intensitas 3 watt, 9 watt, dan 15 watt), dan 60 sampel untuk kelompok eksperimen dengan paparan lampu LED berwarna biru (dengan intensitas 3 watt, 9 watt, dan 15 watt) [5].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dampak dari eksposur lampu LED berwarna merah dan biru dengan variasi intensitas cahaya (3 watt, 9 watt, 15 watt) terhadap jumlah daun pada tanaman Pakcoy. Intensitas cahaya yang diterapkan dari lampu LED berwarna merah berkisar antara 312 hingga 709 lux, sedangkan lampu LED berwarna biru berkisar antara 367 hingga 1751 lux. Pengukuran jumlah batang dilakukan pada hari kedua setelah penanaman, yang dimulai pada tanggal 5 Agustus 2021 dan berlanjut hingga hari kesembilan pada tanggal 13 Agustus 2021, saat daun sejati pertama tanaman sudah tumbuh. Penelitian ini dilakukan di Desa Kalibaru Wetan, yang berlokasi pada ketinggian 428 meter di atas permukaan laut, suatu lokasi yang sesuai untuk bercocok tanam Pakcoy. Penting untuk dicatat bahwa lampu LED dengan warna yang berbeda memberikan dampak yang berbeda pada pertumbuhan tanaman. Masing-masing warna cahaya memiliki panjang gelombang khusus yang dapat diserap oleh tanaman untuk proses fotosintesis dan pertumbuhan. Rentang panjang gelombang yang diperlukan oleh tanaman terletak dalam spektrum cahaya tampak, yaitu berkisar antara 380 hingga 700 nm. Matahari mengandung seluruh spektrum cahaya tampak atau cahaya yang terlihat, yang ketika melewati prisma akan menghasilkan pembiasan dan menciptakan spektrum warna yang meliputi merah, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu. Namun, tidak semua bagian dari spektrum cahaya tampak dapat dimanfaatkan oleh tanaman dalam proses fotosintesis dan pertumbuhan. Warna biru, misalnya, memiliki peran penting dalam fase pertumbuhan vegetatif tanaman, sementara warna merah berperan dalam fase pertumbuhan generatif [5].

2.1.1 Artificial Lighting

Seiring berkembangnya teknologi, pemanfaatan media pencahayaan telah menjadi salah satu opsi yang efektif untuk mengakselerasi pertumbuhan tanaman dengan tingkat mutu yang lebih unggul, serta meningkatkan jumlah produksinya. Salah satu metode yang digunakan dalam

mengatur intensitas cahaya matahari adalah penggunaan lampu *LED* atau *Growing Light*. Penelitian pada tahun 2021 menyimpulkan bahwa cahaya matahari mengandung keseluruhan spektrum cahaya tampak atau yang disebut sebagai cahaya terlihat, yang dapat diuraikan menjadi berbagai spektrum warna, termasuk merah, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu melalui peristiwa refraksi saat melewati prisma. Namun, tidak semua komponen spektrum cahaya tampak dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh tanaman dalam proses fotosintesis dan pertumbuhannya[5]. Berdasarkan temuan hasil penelitian terkait pertumbuhan tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa Subsp. Chinensis*) dengan variasi pemaparan lampu LED berwarna, seperti merah dan biru, serta parameter yang mencakup jumlah batang, jumlah daun, dan tinggi tanaman, dapat disimpulkan bahwa warna lampu LED yang digunakan dalam pertumbuhan tanaman Pakcoy memiliki dampak yang signifikan. Lampu LED mampu menghasilkan cahaya dengan spektrum warna tertentu yang dapat mempercepat proses fotosintesis. Warna biru, misalnya, memiliki peran penting dalam fase pertumbuhan vegetatif, sementara warna merah berperan dalam fase pertumbuhan generatif, yang berkaitan dengan perkembangan organ bunga hingga matangnya buah [5].

2.2 TINJAUAN TEORI

2.2.1 Perancangan Sistem

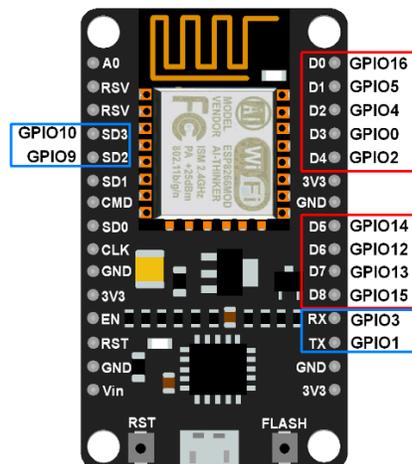
Perancangan merupakan tahap yang di dilakukan dalam pengembangan sistem dengan metode *prototype*, dalam rancangan ini akan menjelaskan cara kerja perancangan yang di gunakan dan di dalamnya meliputi *hardware* dan *software*, dalam melakukan penelitian ini di ambilah diagram flowchart untuk menggambarkan alur dari penelitian ini.

2.2.2 Fotosintesis

Fotosintesis merupakan proses biokimia yang memiliki signifikansi besar bagi tanaman dalam menghasilkan energi yang dapat dimanfaatkan melalui penggunaan karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) di bawah pengaruh cahaya. Dalam proses ini, glukosa dihasilkan sebagai molekul penyimpanan energi yang dapat digunakan untuk mensintesis senyawa organik lainnya atau sebagai sumber energi dalam proses respirasi seluler. Reaksi fotosintesis ini terjadi di daun tanaman, di mana klorofil berperan sebagai pigmen yang mampu menyerap cahaya, dan proses ini terlokalisasi dalam kloroplas sebagai organel tempat berlangsungnya fotosintesis. Proses fotosintesis melibatkan dua tahap utama, yakni reaksi terang (yang memerlukan cahaya sebagai syarat) dan reaksi gelap (yang tidak memerlukan cahaya tetapi memerlukan pasokan karbon dioksida)[15].

2.2.3 NODE MCU 8266

NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah platform *Internet of Things* (IoT) yang memiliki sifat *open source*. Platform ini terdiri dari perangkat keras yang berbentuk *System On Chip* dengan komponen ESP8266. Hingga saat ini, NodeMCU telah mengalami tiga iterasi perbaikan dan pengembangan. Versi yang digunakan dalam penelitian ini adalah NodeMCU generasi ke-3, yang dikenal sebagai V1.0, dan menunjukkan peningkatan performa yang signifikan dibandingkan dengan versi-versi sebelumnya. NodeMCU dilengkapi dengan 17 Pin *General-Purpose Input/Output* (GPIO) yang memungkinkan integrasi dengan berbagai perangkat elektronika. Rentang tegangan operasionalnya adalah antara 3.3 volt hingga 5 volt, dan memiliki tingkat konsumsi daya yang bervariasi dari 10 mikroampere hingga 170 miliampere. Prosesor yang digunakan memiliki kecepatan antara 80 hingga 160 megahertz, serta tersedia RAM sebesar 32 kilobyte ditambah 80 kilobyte dan memori flash yang mencapai 16 megabyte, membuat NodeMCU V1.0 menjadi lebih efisien jika dibandingkan dengan versi sebelumnya.



Gambar 2.1 Node Mcu

2.2.4 Light Emitting Diode WS2812B

LED (*Light Emitting Diode*) WS2812B merupakan suatu komponen semikonduktor yang menghasilkan cahaya yang bersifat tak koheren, monokromatik ketika dikenai tegangan maju. Karakteristik ini dapat digolongkan dalam kategori elektroluminesensi. Sejak dekade 1950-an, teknologi lampu LED telah mengalami perkembangan dengan menjadi struktur semikonduktor yang menggunakan junction p-n, yang mampu mengeluarkan foton atau cahaya ketika diberikan tegangan yang sesuai pada sambungan tersebut. Terdapat beragam jenis material p dan n yang mampu menghasilkan cahaya terlihat (*visible light*) dengan tingkat intensitas yang bervariasi, dan kemajuan terbaru telah mengantarkan tingkat efisiensi pencahayaan yang jauh melampaui lampu konvensional seperti lampu pijar biasa (*incandescent lamps*) dan lampu tabung "neon" atau TL

Gambar 2.2 Lampu LED WS 2812 B



Cahaya yang dihasilkan oleh lampu LED merupakan bentuk energi elektromagnetik yang berada dalam spektrum cahaya yang dapat terdeteksi oleh mata manusia. Persepsi cahaya oleh mata manusia berasal dari kombinasi beragam panjang gelombang energi elektromagnetik yang berbeda.

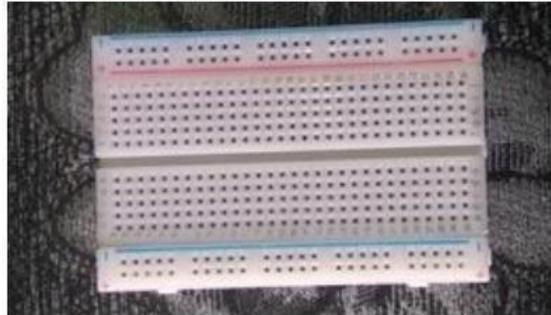
Warna	Panjang Gelombang (nm)
ungu	380 – 420
biru	420 – 495
hijau	495 – 566
kuning	566 – 589
jingga	589 – 627
merah	627 – 780

Gambar 2.3 Panjang Gelombang

Mata manusia memberikan respons terhadap panjang gelombang energi elektromagnetik yang

terletak dalam rentang radiasi ultraviolet hingga inframerah. Cahaya tersebut tercipta sebagai hasil dari perpindahan elektron dalam struktur atom [13].

2.2.5 Breadboard



Gambar 2.4 Breadboard

Breadboard adalah sebuah perkakas yang sering digunakan dalam tahap *prototyping* dalam disiplin ilmu elektronik. Secara umum, ini berbentuk papan datar yang terbuat dari material plastik dan dilengkapi dengan banyak lubang kecil yang tersusun dalam susunan tertentu. Lubang-lubang ini berperan sebagai titik-titik kontak atau terminal yang memungkinkan pemasangan komponen elektronik. *Breadboard* memungkinkan pengguna untuk merakit sirkuit elektronik dengan mudah tanpa memerlukan soldering atau perakitan permanen. Komponen-komponen elektronik seperti resistor, kapasitor, transistor, dan kabel penghubung dapat diatur dan disambungkan secara temporer di breadboard dengan menggunakan kabel jumper atau kawat penghubung. Salah satu keunggulan utama dari breadboard adalah kemudahannya dalam penggunaan dan kemampuannya untuk mengubah atau menguji desain sirkuit secara iteratif dengan cepat. Ini memungkinkan pengembang atau hobiis dalam bidang elektronik untuk melakukan percobaan, menyelesaikan masalah, dan menguji konsep-konsep baru tanpa harus melibatkan soldering atau perakitan permanen. Secara luas, breadboard digunakan dalam konteks pengajaran, eksperimen, dan tahap *prototyping* dalam bidang elektronik, dan dapat digunakan oleh pemula maupun oleh praktisi profesional.

2.2.6 Kabel Jumper



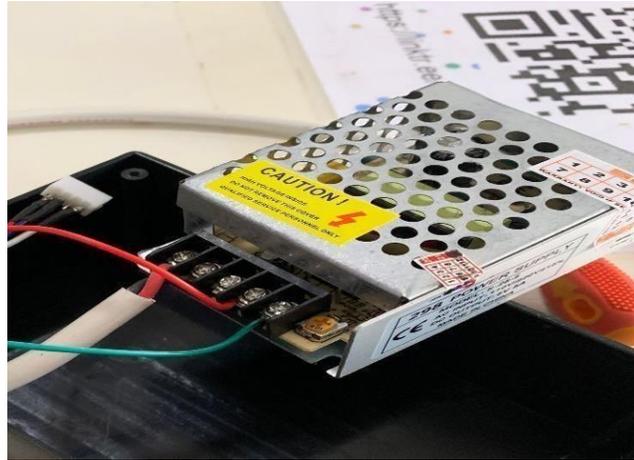
Gambar 2.5 Kabel Jumper

Kabel jumper merujuk pada kabel pendek yang digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen elektronik pada breadboard atau papan sirkuit. Kabel ini umumnya terbuat dari kawat tembaga yang dilapisi dengan isolasi plastik, dan dilengkapi dengan konektor atau ujung yang dapat dengan mudah terpasang ke titik kontak pada breadboard atau komponen elektronik. Fungsi utama kabel jumper adalah untuk membentuk jalur listrik yang menghubungkan berbagai komponen elektronik dalam sebuah rangkaian. Mereka memungkinkan hubungan yang cepat dan fleksibel antara pin atau terminal komponen seperti resistor, kapasitor, transistor, mikrokontroler, sensor, dan lainnya. Kabel jumper tersedia dalam berbagai panjang, warna, dan jenis konektor. Ada kabel jumper dengan konektor M-M (male-male) di kedua ujungnya, yang digunakan untuk menghubungkan pin atau titik kontak pada breadboard. Sementara itu, terdapat juga kabel jumper dengan konektor M-F (male-female) yang memiliki ujung male (terpasang) dan ujung female (kosong), yang memungkinkan koneksi antara komponen dan breadboard. Kabel jumper merupakan alat yang sangat berguna dalam proses prototyping elektronik karena memudahkan pengguna untuk dengan mudah menghubungkan dan mengubah jalur koneksi dalam rangkaian tanpa perlu melakukan soldering atau pengikatan permanen. Hal ini memberikan kemudahan dalam pengembangan, eksperimen, dan penyesuaian desain sirkuit dengan cara yang lebih fleksibel dan efisien.

2.2.7 Power Supply

Sumber daya listrik, yang dikenal sebagai power supply, merupakan suatu perangkat elektronik yang berperan dalam menyediakan tegangan listrik yang konsisten dan teratur ke berbagai komponen atau sistem elektronik lainnya. Fungsi utamanya adalah untuk mengubah tegangan listrik yang diperoleh dari sumber daya listrik eksternal, seperti sumber listrik rumah tangga atau baterai, menjadi tegangan yang sesuai dengan kebutuhan komponen atau sistem yang akan digunakan. Biasanya, power supply terdiri dari beberapa komponen utama, yang mencakup

transformator, penyearah (rectifier), filter, dan regulator. Transformator digunakan untuk mengubah tegangan AC (arus bolak-balik) yang berasal dari sumber daya menjadi tegangan AC yang sesuai. Selanjutnya, penyearah berperan dalam mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC (arus searah) dengan menggunakan dioda atau rangkaian penyearah. Setelah itu, filter digunakan untuk menghilangkan komponen gelombang AC yang masih ada, menciptakan tegangan DC yang lebih stabil.



Gambar 2.6 Power Supply

Terakhir, regulator bertanggung jawab dalam mengendalikan serta mempertahankan tegangan keluaran agar tetap stabil dan sesuai dengan nilai yang diinginkan. Power supply memiliki variasi jenis dan kemampuan yang berbeda, tergantung pada aplikasi dan kebutuhan khususnya. Beberapa contoh jenis power supply umum meliputi power supply linier yang memanfaatkan transformator dan regulator linier untuk menghasilkan tegangan yang stabil, power supply switching yang menggunakan rangkaian elektronik saklar untuk mengubah tegangan dengan tingkat efisiensi yang lebih tinggi, dan power supply baterai yang menggunakan baterai sebagai sumber daya listrik portabel. Penting untuk dicatat bahwa power supply digunakan dalam beragam aplikasi elektronik, seperti dalam komputer, perangkat telekomunikasi, peralatan rumah tangga, sistem industri, peralatan medis, dan berbagai aplikasi lainnya. Kehadirannya sangat penting dalam memastikan bahwa komponen elektronik menerima tegangan yang sesuai dan stabil, sehingga dapat beroperasi dengan efisien.