

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Jazilatul Maghfiroh pada tahun 2017 melakukan penelitian mengenai pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan tanaman. Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah kacang hijau dan kacang merah. Perkecambahan pada kacang-kacangan ini ditandai dengan terangkatnya kotiledon dan plumula ke permukaan tanah. Proses pertumbuhan selanjutnya berupa pemanjangan bagian ruas batang di bawah kotiledon atau disebut hipokotil. Biji kacang yang telah berkecambah kemudian bertumbuh bagian ujung batang dan akarnya serta embrionya. Tahap akhir berupa pembentukan xilem dan floem. Dikatakan oleh Jazilatul bahwa cahaya merupakan faktor mutlak bagi tumbuhan untuk berfotosintesis, tanaman yang tumbuh dengan cahaya yang kurang memiliki batang yang tidak kokoh dan mudah rebah. Namun, mendapat cahaya berlebih juga bukan hal baik karena akan merusak hormon auksin atau hormon pertumbuhan tanaman [12].

Fikriyah Hasanah, Mutiara Syahfitri Sari, Suci Legowo, Asep Saefullah, dan Siti Fatimah melakukan telah melakukan penelitian mengenai pengaruh intensitas spektrum cahaya terhadap perkecambahan dan fotosintesis kacang hijau pada tahun 2018. Dijelaskan bahwa fotosintesis pada tumbuhan terjadi dalam dua reaksi, reaksi gelap dan terang. Reaksi terjadi dalam kloroplas dengan pigmennya yang memiliki fungsi menyerap cahaya antara lain klorofil a, klorofil b, dan karotenoid. Cahaya matahari yang dapat dilihat mata disebut cahaya tampak yang memiliki panjang gelombang 400 nm – 750 nm dengan warna ungu sampai merah. Penelitian ini fokus pada warna merah dan hijau menggunakan bantuan mika berwarna sesuai. Kesimpulan dari hasil penelitian yaitu kacang hijau tumbuh lebih optimal ketika mendapat spektrum warna merah dengan panjang gelombang cahaya 620 nm – 750 nm dibanding warna hijau. Hal ini karena spektrum warna hijau sebagian besar dipantulkan oleh pigmen klorofil a [13].

Dwi Indah Lestari, Laily Nur Azizah, Khoiru Ainin Nisa, Upik Nurbaiti, dan Fianti di tahun 2021 meneliti mengenai pengaruh spektrum cahaya pada perkecambahan kacang hijau pula. Terdapat empat spektrum cahaya yang digunakan, jingga, biru, merah dan hijau. Cahaya matahari pada penelitian ini digantikan oleh cahaya LED, tidak seperti penelitian sebelumnya yang menggunakan mika berwarna. Parameter pertumbuhannya berupa tinggi batang dan jumlah daun beberapa hari setelah ditanam. Data yang dihasilkan menarik kesimpulan bahwa tanaman tumbuh lebih efektif jika diberi spektrum warna merah ditunjukkan dengan pertumbuhan batang menjadi paling tinggi, sedangkan jumlah daun pada tiap spektrum warna terhitung sama. Panjang gelombang 620 nm – 750 nm dapat bekerja secara optimal karena spektrum yang dibutuhkan kacang hijau untuk fotosintesis berkisar pada 610 nm – 700 nm [14].

Gina Salma Alghaniya, Lizah Khairani dan Iin Susilawati meneliti pengaruh lamanya penyinaran terhadap produktivitas *fodder* Hanjeli menggunakan LED di tahun 2021. Dijelaskan bahwa hanjeli merupakan tanaman C3 yang lama penyinaran optimalnya 10-12 jam berdasarkan hasil penelitian Ariffin di tahun 2008. Pada penelitian lama penyinaran dibagi menjadi 3 yaitu 12 jam, 16 jam dan 20 jam. Namun, kesimpulan menunjukkan lama penyinaran menggunakan lampu LED tidak mempengaruhi produktivitas *fodder* Hanjeli baik pada parameter tinggi, panjang, maupun berat kering *fodder* [15].

Adellia Sartika Putri, Yushardi, dan Supeno dalam jurnal ORBITA menjabarkan penelitian mengenai pengaruh spektrum dan intensitas cahaya LED terhadap pertumbuhan tanaman *microgreens* pakcoy pada November 2021. Spektrum warna yang digunakan yaitu merah dan biru dengan intensitas cahaya 3 watt, 9 watt, dan 15 watt. Hasil akhir memberi kesimpulan bahwa semua parameter berpengaruh pada pertumbuhan *microgreens*, namun berbeda dengan penelitian di atas sebelumnya, pada penelitian ini spektrum warna biru lebih berpengaruh dalam kecepatan tumbuhnya batang, banyak daun, dan tinggi tanaman. LED dengan intensitas cahaya 15 watt menghasilkan pertumbuhan lebih baik dibanding intensitas 9 watt atau 3 watt [16].

Muji Astuti dalam skripsinya di tahun 2021 melakukan modifikasi cahaya menggunakan lampu LED dengan lama penyinaran yang berbeda pada persemaian

benih tomat. Penelitian dilakukan dengan 11 taraf perlakuan dan 3 ulangan. Spektrum cahaya yang digunakan adalah warna merah dan biru dengan lama penyinaran masing-masing selama 6, 9, 12, 15, dan 18 jam. Penelitian dengan memperhatikan jumlah daun, Panjang akar, indeks vigor, dan berat kering tajuk menunjukkan hasil yang tidak berbeda jauh saat tanaman terpapar cahaya matahari. Taraf dengan hasil paling baik adalah LED dengan spektrum warna merah dan penyinaran selama 12 jam [17].

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 *Microgreens*

Microgreens atau tanaman kecil yang berumur 7-21 hari berasal dari berbagai jenis biji-bijian bunga, sayur atau herbal tetapi tidak semua biji ini dapat dijadikan *microgreens*. Contoh tanaman yang tidak bisa dijadikan *microgreens* adalah tomat dan kentang karena mengandung zat anti-nutrisi yang tidak dapat dikonsumsi. Setiap biji-bijian juga memiliki rentang waktu yang berbeda-beda untuk mencapai hari panen, seperti lobak dan wortel. Meskipun keduanya sama-sama sayuran akar, umur tanaman mencapai hari panen memiliki jarak yang cukup jauh. Lobak membutuhkan waktu 7-10 hari sedangkan wortel membutuhkan waktu hingga 16-21 hari. Lobak dapat tumbuh dengan cepat serta daunnya mirip dengan tanaman dewasa sedangkan wortel lebih sukar ditanam. Nutrisi yang terkandung dalam *microgreens* antara lain vitamin C, E, K, dan β -karoten [1].

2.2.2 *Rockwool*

Rockwool adalah media tanam yang terbuat dari kombinasi batu bara, batu kapur dan basalt yang dicairkan pada suhu 1500°C dan diolah menjadi serat. *Rockwool* memiliki ruang pori sebesar 95% sehingga sangat baik untuk penanam karena memberikan rasio air dan udara yang optimum. *Rockwool* memiliki pH basa yaitu pada angka 7-8.5, jika perlu menetralkan pH maka dibutuhkan larutan nutrisi yang memiliki pH asam [1], [18].

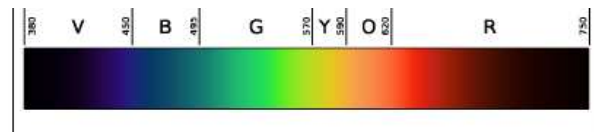
2.2.3 Hidroponik

Hidroponik merupakan budidaya tanaman dengan memanfaatkan air sehingga cocok untuk budidaya di lahan terbatas atau budidaya berlayer. Air tersebut diberi larutan nutrisi yang dapat langsung diserap oleh tanaman. Dengan budidaya secara hidroponik, petani bisa mendapatkan keuntungan lebih dengan keunggulan produksi tanaman yang lebih tinggi, lebih bebas terjangkit penyakit atau hama, tanaman bersih karena tidak terkena tanah, dan pemakaian pupuk akan lebih sedikit [19].

2.2.4 Cahaya

Cahaya merupakan energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik dengan panjang 380 nm – 750 nm. Spektrum panjang gelombang ini dapat dilihat warnanya yang disebut dengan cahaya tampak. Cahaya berperan penting dalam pertumbuhan tanaman saat fotosintesis dan fotoperiodisme. Berikut tabel panjang gelombang dan warna cahaya tampaknya:

Tabel 2.1 Spektrum Panjang Gelombang



Color	Frequency	Wavelength
violet	668–789 THz	380–450 nm
blue	606–668 THz	450–495 nm
green	526–606 THz	495–570 nm
yellow	508–526 THz	570–590 nm
orange	484–508 THz	590–620 nm
red	400–484 THz	620–750 nm

2.2.5 WS2812B

WS2812B merupakan jenis LED yang dapat diprogram karena sirkuit kontrol dan RGB chip telah terintegrasi dalam paket 5050. Setiap warna RGB dapat mencapai kecerahan penuh yaitu 256 dan dapat membuat hingga 16.777.216 warna. Setiap LED pada

stripnya dapat dikontrol secara terpisah, dapat dipotong, dan terdapat perekat di bagian belakang. LED WS2812B ini dapat menggantikan peran cahaya dari matahari untuk pertumbuhan *microgreens* dengan parameter karakteristik IC RGB sebagai berikut:

Tabel 2.2 Parameter Karakteristik IC RGB

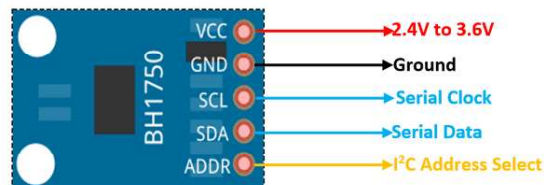
Warna Pancar	Panjang Gelombang (nm)	Intensitas Cahaya (mcd)
Merah	620-625	390-420
Hijau	522-525	660-720
Biru	465-467	180-200

2.2.6 Artificial Lighting

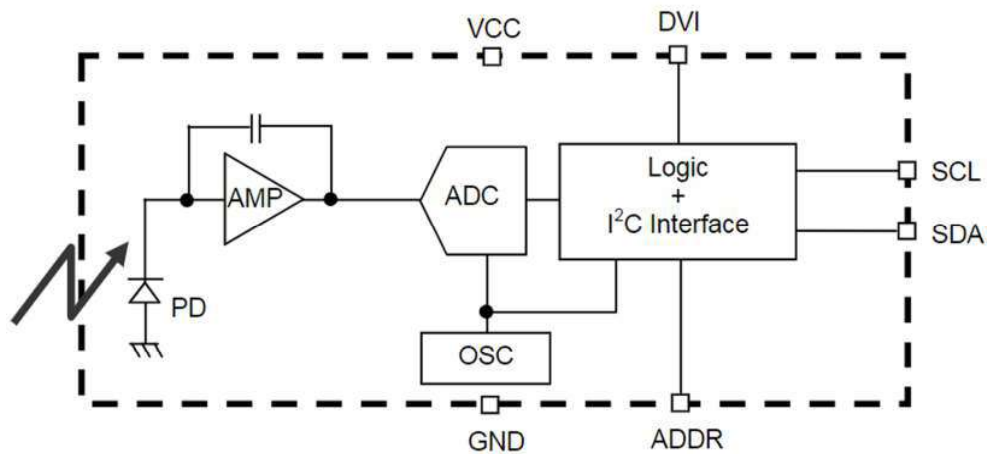
Artificial lighting atau pencahayaan buatan seperti namanya merupakan cahaya yang dibuat, konsep menciptakan cahaya ini digunakan untuk menggantikan cahaya alami yang berasal dari matahari dan bintang. Pencahayaan buatan pertama berasal dari api kemudian dimodifikasi dengan diciptakannya lilin, lampu petromaks atau obor, dan ini terus berkembang sampai manusia dapat membuat sumber cahaya lain yaitu lampu [20]. Perkembangan teknologi di bidang pencahayaan ini tidak hanya memberi inovasi pada penerangan saja namun juga dapat menyokong pertanian untuk pertumbuhan tanaman.

2.2.7 GY302-BH1750

BH1750 merupakan sensor cahaya dengan antarmuka IC. Modul sensor ini menghasilkan *output* digital sehingga tidak memerlukan AD *converter* lagi. Dengan spesifikasi lainnya berupa catu daya sebesar 4.5V, resolusi 1-65535 lux, dan chip sensornya BH1750FVI, BH1750 lebih unggul dan lebih teliti dibanding dengan sensor LDR yang masih menghasilkan output analog [22].



Gambar 2.1 Sensor Cahaya BH1750



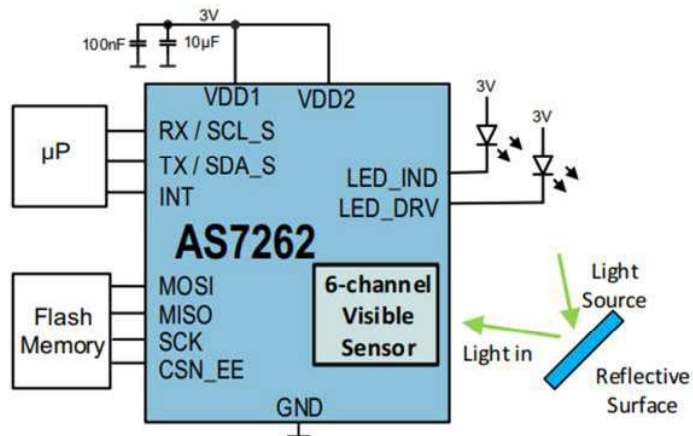
Gambar 2.2 Blok Diagram BH1750

Tabel 2.3 Spesifikasi BH1750

Spesifikasi	Keterangan
Catu Daya	3-5 V
VCC	3.0 V
Resolusi	1-65535 lux
Antarmuka	12C
Ukuran papan	13,9 mm x 18,5 mm
Keluaran data	20 kB

2.2.8 Adafruit AS7262

Adafruit AS7262 merupakan sensor untuk mendeteksi panjang gelombang dari AMS dengan 6 integrasi sensor cahaya atau disebut Adafruit AS7262 6-channel visible light. 6 cahaya yang dideteksi yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru dan violet. 6 channel pada sensor ini juga direalisasikan oleh *silicon interface filter* pada panjang gelombang 450 nm, 500 nm, 550 nm, 570 nm, 600 nm, dan 650 nm. Kelebihan lain Adafruit AS7262 sudah memiliki SPI *flash chip pre-programmed* dengan perangkat *firmware*, 3.3 *regulator*, dan 12C level [23].



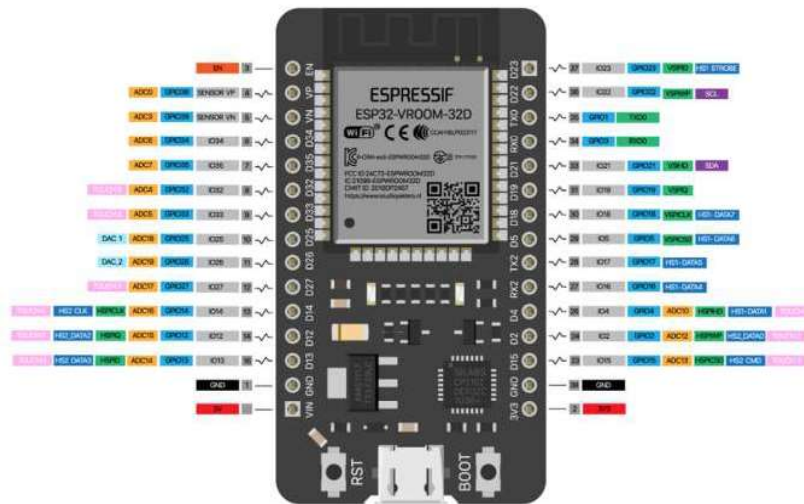
Gambar 2.3 ID Sistem Adafruit AS7262

Tabel 2.4 Spesifikasi Adafruit AS7262

Spesifikasi	Keterangan
Antarmuka	UART atau I2C
Akurasi panjang gelombang	± 5 nm
Ruang pandang	$\pm 20^\circ$
Channel	450 nm, 500 nm, 550 nm, 570 nm, 600 nm, dan 650 nm.

2.2.9 ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler produk *Espressif System* yang telah terintegrasi dengan *wifi*, *bluetooth*, dan *bluetooth LE ensure*. Dengan integrasi ini, pengguna dapat merancang sistem *Internet of Things* dengan lebih mudah. ESP32 memiliki flash memory sebesar 16 mb, lebih banyak dibandingkan Arduino Nano ataupun Arduino Uno. ESP32 juga di-claim memiliki *low-energy beacons*, suhu saat beroperasi dari -40°C hingga 150°C . Adapun pin-pin dalam ESP32 dapat dilihat pada gambar di bawah ini [24].



Gambar 2.4 Pin ESP32

Tabel 2. 5 Perbandingan Spesifikasi ESP32 dan Arduino Uno

Spesifikasi	ESP32	Arduino Uno
Tegangan	3.3 V	5 V
CPU	Xtensa dual core LX6 – 160 MHz	ATmega328 – 16 MHz
Arsitektur	32 bit	8 bit
Flash Memory	16 MB	32 kb
SRAM	512 kB	32 kB
SPI/I2C/UART	4/2/2	1/1/1
GPIO	30	14
WiFi	Ada	Tidak ada
Bluetooth	Ada	Tidak ada

2.2.10 Telkom IoT Platform

IoT Platform merupakan layanan *Internet of Things* yang dibuat oleh Telkom Group. Layanan ini menghubungkan perangkat dengan *internet* melalui berbagai protokol, diantaranya yaitu HTTP, MQTT, CoAP, dan WebSocket. Telkom IoT Platform menggunakan komunikasi yang terenkripsi sehingga menjamin keamanan pengguna. Aksesibilitas sangat bagus karena mendukung perangkat aplikasi dengan *open API* selama 24 jam. Berbagai perangkat juga bisa mengakses IoT Platform, seperti Arduino, ESP, Raspberry Pi, dan berbagai bahasa pemrograman lain. Kelebihan lain yang dimiliki adalah tampilannya yang sederhana dan mudah dipahami, terdapat juga *data log* yang dapat diunduh dalam bentuk *excel*.