

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian terkait perbedaan waktu penyinaran terhadap *microgreens* kangkung berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *microgreens* dan kualitas gizi, kecuali pada kandungan vitamin C. Lama paparan dengan waktu 6 jam menghasilkan panjang akar terpanjang lebih tinggi yaitu mencapai 7,96 cm. Paparan cahaya selama 12 jam menghasilkan panjang tanaman tertinggi yaitu 10,41 cm, jumlah daun terbanyak yaitu 2.00 helai. Sedangkan paparan 18 jam memberikan kandungan klorofil tertinggi yaitu 13,22 mg/g. Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi terhadap warna merah, biru, kuning dengan menggunakan lama penyinaran yang berbeda, yaitu 6, 12, 18 jam. Rata-rata hasil tertinggi tertinggi ditemukan dalam lama waktu paparan selama 6 hingga 12 jam. Oleh karena itu, pemberian cahaya 6 hingga 12 jam per hari dianjurkan karena tidak mengurangi kandungan unsur hara dan dapat meningkatkan bobot segar tanaman meskipun tanaman kehilangan daunnya [10].

Penelitian terkait pengaruh warna pencahayaan buatan dan lama waktu paparan terhadap tinggi mikrogreens brokoli menggunakan tiga warna LED yang berbeda yaitu merah, biru, hijau. sedangkan untuk lama waktu penyinaran terdapat empat waktu, yaitu 1 jam, 5 jam, 9 jam dan yang terakhir 13 jam. dari penelitian tersebut menyatakan bahwa warna LED biru memberikan hasil paling baik pada nilai ketinggian *microgreens* mencapai 4,8667 cm. Hal tersebut sangat berbeda signifikan dengan warna LED merah dan hijau. Berbeda dengan LED merah memberikan hasil terendah pada nilai ketinggian *microgreens* yaitu 3,0833 cm, tidak berbeda nyata atau hampir sama dengan warna lampu LED hijau. Sedangkan untuk lama waktu penyinaran menyatakan bahwa waktu paparan selama 13 jam atau waktu maksimum paparan memberikan hasil terbaik untuk ketinggian *microgreens* hingga mencapai 5,0444 cm. Hal tersebut sangat berbeda nyata dengan waktu paparan 9 jam maupun dengan waktu paparan lainnya. Untuk hasil waktu paparan minimum yaitu 1 jam menghasilkan tinggi *microgreens* terendah yaitu hanya 2,7278 cm. Kesimpulan yang di dapatkan ialah

terdapat pengaruh nyata waktu pemaparan cahaya buatan terhadap proses pertumbuhan dan hasil akhir *microgreens* brokoli. Pemaparan pencahayaan selama 13 jam memberikan hasil terbaik dalam hal pertumbuhan dan produktivitas *microgreens* brokoli. Warna lampu dari pencahayaan buatan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap proses pertumbuhan dan hasil akhir dari *microgreens* brokoli. Khususnya warna biru yang memberikan dampak pada hasil terbaik nilai tinggi pertumbuhan *microgreens* brokoli hingga mencapai 6,80 cm yang tentunya sangat berbeda nyata dengan interaksi warna merah dan hijau [11].

Mengutip dari penelitian yang sudah pernah dilakukan terkait dengan perlakuan atas kombinasi warna LED sangat mempengaruhi tinggi tanaman *microgreens* basil. Pengujian dalam penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan dua faktor. Faktor pertama yaitu perlakuan kombinasi warna LED yang terdiri dari (100% merah:0% biru), (0% merah:100% biru), (70% merah:30% biru), (50% merah:50% biru), dan (30% merah:70% Biru). Faktor kedua meliputi perlakuan lama waktu penyinaran terhadap *microgreens* basil yang berbeda yaitu 12 jam, 16 jam, dan 20 jam. Perlakuan kombinasi warna (100% merah: 0% biru) tidak berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi warna (0% merah: 100% biru). Namun sangat berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi warna (70% merah:30% biru), (50% merah:50% biru), dan juga (30% merah:70% Biru). Perbedaan nilai tinggi tanaman pada pertumbuhan *microgreens* basil menunjukkan bahwa warna dari cahaya merah dan warna dari cahaya biru adalah sebuah spektrum cahaya yang dapat diserap dan mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman. Lama penyinaran cahaya buatan juga mempengaruhi tinggi tanaman *microgreens* basil. Perlakuan pemaparan 20 jam tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemaparan 16 jam, namun berbeda nyata dengan perlakuan pemaparan 12 jam. *Microgreens* basil yang terkena cahaya selama 12 jam atau waktu minimum tumbuh cukup baik, dengan nilai rata-rata tingginya mencapai 2,55 cm. Sedangkan untuk perbandingan warna dengan nilai rata-rata tertinggi mencapai 2,64 cm adalah LED dengan kombinasi warna 0% Merah: 100% Biru [12].

Mengutip dari penelitian yang pernah dilakukan dengan menggunakan metode perbandingan terkait pencahayaan buatan (*artificial lighting*) dengan cahaya alami atau cahaya matahari menjelaskan bahwa jumlah rata rata daun yang

tumbuh pada saat penyemaian dengan menggunakan sinar LED lebih banyak yaitu sekitar 13 helai daun dengan dibandingkan jumlah helai daun yang menggunakan sinar matahari secara langsung dengan jumlah 8 helai. Penggunaan cahaya buatan (*Artificial lighting*) sangat berpengaruh pada proses daun tumbuh tanaman bayam. Dampak dari pencahayaan LED, daun mulai tumbuh sejak hari ke-4 sedangkan penaburan di bawah sinar matahari, daun mulai tumbuh pada hari ke-6 [13].

Mengutip dari penelitian yang pernah dilakukan dengan menggunakan dua jenis tanaman untuk menjadi objek penelitian yaitu lobak dan wortel, menyatakan bahwa lama penyinaran terhadap pertumbuhan *microgreens* terutama lobak sangat berpengaruh. Hal tersebut dikarenakan lobak adalah tumbuhan yang jauh lebih baik apa bila mendapatkan penerangan dalam jangka waktu yang panjang. Sehingga didapatkan waktu terbaik untuk penyinaran tanaman lobak adalah 18 jam. Untuk tanaman wortel sedikit tidak berpengaruh karena tanaman wortel memiliki sifat netral yang artinya lamanya pencahayaan tidak mempengaruhi pertumbuhan, namun berdasarkan usia tanamannya dengan waktu terbaik adalah 12 jam. Kemudian selain lama penyinaran, Panjang gelombang juga sangat berpengaruh terhadap proses tumbuh kedua tanaman tersebut. Panjang gelombang yang di gunakan untuk tanaman lobak ialah 600 nm – 650 nm untuk warna merah dan 450 nm – 500 nm untuk warna biru. Sedangkan untuk tanaman wortel menggunakan panjang gelombang yang optimal pada 450 nm – 500 nm dengan cahaya biru [14].

Tabel 2. 1 Penelitian yang Sudah Ada

Penulis Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
Lizda As'adiya (2020)	Pengaruh Lama Penyinaran Lampu LED Merah, Biru, Kuning Terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Nutrisi <i>Microgreens</i> Kangkung (<i>Ipomoea Reptant</i>)	Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi terhadap warna merah, biru, kuning dengan menggunakan lama penyinaran yang berbeda, yaitu 6, 12, 18 jam. Rata-rata hasil tertinggi tertinggi ditemukan dalam lama waktu paparan selama	Parameter, warna led yang di gunakan tanpa menggunakan warna kuning dan menggunakan objek tanaman yang berbeda yaitu kale.

Penulis Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
		6 -12 jam. Oleh karena itu, pemberian cahaya 6 -12 jam per hari [10].	
Sulistya (2021)	Pengaruh Lama Penyinaran dan Warna LED <i>Grow Light</i> Terhadap Pertumbuhan dan Hasil <i>Microgreens</i> Brokoli yang Ditanam Secara Hidroponik Dalam <i>Indoor Greenhouse</i>	Terdapat pengaruh nyata pada waktu pemaparan cahaya buatan terhadap proses pertumbuhan dan hasil akhir <i>microgreens</i> brokoli. Pemaparan pencahayaan selama 13 jam memberikan hasil terbaik dalam hal pertumbuhan dan produktivitas <i>microgreens</i> brokoli. Warna lampu biru memberikan dampak pada hasil terbaik pada nilai tinggi pertumbuhan <i>microgreens</i> brokoli hingga mencapai 6,80 cm [11].	Objek tanaman yang berbeda, skenario pengujian, dan untuk warna cahaya buatan tanpa menggunakan warna hijau.
Endah <i>et al.</i> (2021)	Respon Pertumbuhan dan Biokimia <i>Microgreens</i> Tanaman Basil (<i>Ocimum Basilicum L.</i>) Terhadap Kombinasi Warna LED dan Lama Penyinaran Yang Berbeda	Perlakuan pemaparan 20 jam tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemaparan 16 jam, namun berbeda nyata dengan perlakuan pemaparan 12 jam. <i>Microgreens</i> basil yang terkena cahaya selama 12 jam atau waktu minimum tumbuh cukup baik, dengan nilai rata-rata tingginya mencapai 2,55 cm. Sedangkan untuk perbandingan	Objek tanaman berbeda menggunakan kale dan media tanam menggunakan rockwool

Penulis Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
		warna dengan nilai rata-rata tertinggi mencapai 2,64 cm adalah LED dengan kombinasi warna 0% Merah : 100% Biru [12].	
Rosdiana Ria Agatha (2023)	Implementasi <i>Artificial lighting</i> Pada Tanaman Bayam Berbasis Smart Farming 4.0	Pengaruh <i>artificial lighting</i> terhadap jumlah rata rata daun yang tumbuh pada saat penyemaian <i>microgreens</i> bayam dengan menggunakan sinar LED lebih banyak dibandingkan jumlah helai daun yang menggunakan sinar matahari secara langsung. Proses pertumbuhan benih menggunakan LED lebih cepat dibandingkan dengan matahari secara langsung [13].	Tanaman yang berbeda dan tanpa menggunakan metode perbandingan.
Rafika Dzakiyah (2023)	Analisis Pertumbuhan <i>Microgreens</i> Berdasarkan Lama Penyinaran dan Panjang Gelombang Cahaya Tampak pada <i>Artificial Lighting</i>	Durasi penyinaran terbaik terhadap pertumbuhan <i>microgreens</i> tanaman lobak maupun wortel yaitu 12 dan 18 jam dengan menggunakan Panjang gelombang yang berbeda yaitu biru, merah, maupun kombinasi dari keduanya [14].	Objek tanaman berbeda, mikrokontroller berbeda, dan skenario yang di gunakan berbeda

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 *Smart Agriculture*

Smart Agriculture atau yang disebut dengan pertanian cerdas adalah metode pertanian cerdas yang berbasis teknologi [15]. Secara umum, *smart Agriculture* adalah sebuah sistem yang diimplementasikan pada sektor pertanian modern yang memanfaatkan teknologi modern sebagai pendukung produktivitas pertanian yang maksimal seperti yang dipaparkan pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 *Smart Agriculture* [16]

Pada gambar 2.1 merupakan gambaran mengenai *smart agriculture* dengan memanfaatkan teknologi. *Smart Agriculture* memiliki tujuan untuk mengatur dan memprediksi bagaimana hasil panen serta permasalahan yang dialami oleh petani. Dengan adanya *smart agriculture* ini diharapkan dapat membantu petani untuk mencapai hasil panen yang maksimal sesuai yang diharapkan [17]. *Smart agriculture* diterapkan di lingkungan petani dengan tujuan untuk memberikan kemudahan dalam proses pemeliharaan dan pemantauan pada kondisi tanaman yang di budidaya tanpa tanpa kendala. *Smart agriculture* dapat didukung dengan melakukan pengontrolan menggunakan sebuah sistem yang dapat diakses oleh pembudidaya hanya melalui aplikasi secara *real-time* [15]. *Smart agriculture* ini menggunakan sebuah konsep dasar *plant factory* sebagai pendukung

2.2.2 *Plant Factory*

Plant Factory adalah bentuk dari pengembangan teknologi dalam bidang pertanian yang dapat mengatasi penurunan pada produktivitas sektor pertanian

akibat terbatasnya lahan untuk pertanian. *Plant factory* memiliki sebuah konsep dimana konsep tersebut adalah menerapkan suatu kondisi lingkungan yang baik agar tanaman tidak terpengaruh oleh kondisi diluar dapat tumbuh di dalam ruangan [18].



Gambar 2. 2 Konsep *Plant Factory* [18].

Pada gambar 2.2 merupakan sebuah konsep dari *plant factory* yang melakukan penanaman hanya di dalam sebuah ruangan dengan memanfaatkan sebuah sistem cahaya buatan. Semua faktor pendukung bagi pertumbuhan tanaman seperti cahaya, suhu dan kelembapan diatur agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Konsep *plant factory* berbeda dengan konsep *green house* atau rumah kaca. Hal tersebut dikarenakan *plant factory* menciptakan sebuah fasilitas yang dilakukan di dalam ruangan untuk mencapai cahaya yang stabil, suhu dan kelembapan yang relatif menguntungkan bagi tanaman dipengaruhi oleh kondisi yang ada di luar. Fasilitas di dalam ruangan tersebutlah menggunakan sebuah sistem salah satunya adalah *artificial lighting* sebagai pendukung pertumbuhan tanaman sebagai pengganti cahaya matahari [19].

2.2.3 *Artificial Lighting*

Artificial lighting atau pencahayaan buatan merupakan salah satu upaya untuk mewujudkan sebuah rancangan yang mampu memenuhi kebutuhan cahaya atau penerangan sesuai dengan kebutuhan yang berhubungan dengan aktivitas manusia sehingga kegiatan yang dapat berlangsung sesuai rencana.



Gambar 2. 3 Artificial Lighting

Gambar 2.3 merupakan contoh design dari *artificial lighting* yang menggunakan LED sebagai sumber cahaya. Tujuan lain dari pencahayaan buatan yaitu agar energi digunakan tepat sesuai dengan yang dibutuhkan, sehingga rancangan pencahayaan yang menghasilkan pencahayaan yang hemat energi. Pencahayaan buatan merupakan sebuah ide yang dipergunakan untuk menciptakan sebuah cahaya yang menggantikan cahaya alami yang berasal dari matahari dan bintang. Teknologi maju dan manusia mampu menciptakan sebuah lampu. Perkembangan akan terus berlanjut hingga peran cahaya tidak hanya menerangi manusia dalam aktivitas sehari-hari tetapi juga dapat mendukung pertumbuhan tanaman yang biasanya menggunakan sinar matahari untuk fotosintesis [20]. Menurut intensitasnya, *artificial lighting* dibagi menjadi tiga jenis: cahaya penuh, cahaya sedang, dan cahaya redup. Dengan demikian penerapan cahaya buatan atau *artificial lighting* akan di sesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan [21].

2.2.4 Microgreens

Microgreens adalah istilah yang dipakai untuk menggambarkan sayuran dengan usia yang muda yang dihasilkan dari benih suatu sayuran dan herba. *Microgreens* memiliki tinggi tanamnam hanya berkisar 2,5 cm sampai 7,6 cm. *Microgreens* dapat di panen dalam kurun waktu 7 hingga 21 hari setelah proses

pemecahan benih. *Microgreens* dapat di katakan mudah ditanam serta ramah lingkungan dan berfungsi sebagai sumber berbagai nutrisi karena kandungannya.



Gambar 2. 4 *Microgreens*

Pada gambar 2.4 memaparkan bagaimana bentuk fisik dari *microgreens*. *Microgreens* sendiri tidak memerlukan pupuk atau pestisida dalam proses pertumbuhannya. *Microgreens* merupakan tanaman yang banyak mengandung senyawa bioaktif dibandingkan dari tanaman dewasa. Senyawa bioaktif yang ada dalam *microgreens* meliputi pigmen, enzim, vitamin pada kadar 4 hingga 40 kali lebih tinggi dibandingkan tanaman dewasa dan fitokimia lainnya [22].

Microgreens mengandung senyawa antioksidan dan senyawa bioaktif yaitu karotenoid, alkaloid, antosianin, monoterpen, flavonoid, asam fenolik, saponin dan masih banyak lagi yang lainnya [22]. Kandungan klorofil pada *Microgreens* memiliki fungsi yang positif untuk Kesehatan karena dapat mengoptimalkan produksi sel darah merah, meningkatkan sistem kekebalan tubuh terhadap patogen, mencegah anemia, membersihkan jaringan tubuh, meningkatkan fungsi hati, meningkatkan kesehatan hati, meningkatkan kekuatan sel, mencegah anemia serta melindungi tubuh dari kerusakan DNA [23].

2.2.5 Kale

Kale (*Brassica oleracea L.*) adalah sebuah sayuran yang masuk kedalam keluarga *Brassicaceae* yang mempunyai nilai jual tinggi dan prospek budidaya yang baik. Kandungan nutrisi yang tinggi pada kale memiliki fungsi yang baik

bagi kesehatan tubuh. Zat yang terkandung dalam setiap 100 g nya antara lain karbohidrat (2,36%), protein (11,67%), lemak (0,26%), abu (1,33 %), serat kasar (3,00%), air (81,38%), dan energi (58,46 Kkal). Kale memiliki tinggi vitamin dan mineral serta rendah kalori [24].



Gambar 2. 5 Tanaman Kale [25]

Pada gambar 2.5 merupakan bentuk fisik dari tanaman kale. Kale mengandung senyawa antioksidan berupa karoten, antosianin, dan *quercetin*. Senyawa pada kale sangat berpengaruh baik bagi kesehatan tubuh karena mampu menghambat sebuah proses pembentukan radikal bebas. Selain itu senyawa antioksidan berupa karoten, antosianin, dan *quercetin* yang ada pada kale juga dapat mencegah penyakit kanker maupun penyakit jantung [26].

Sayur kale saat ini sangat populer atau menjadi sayuran yang tinggi diminati masyarakat. Kale merupakan jenis sayuran dengan ciri daun berwarna hijau atau ungu kebiruan (bergantung pada kultivar) yang daunnya tidak membentuk kepala seperti layaknya sayuran yang tergolong kedalam jenis keluarga yang sama (*Brassica oleracea L.*) antara lain brokoli, kubis, *collard*, *kohlrabi*, dan *Brussels*. Kale kelebihan yang terletak pada kandungan vitamin C nya yang tinggi hingga mencapai 109.43 mg/100 g. Kale bisa dimakan dalam kondisi mentah atau digunakan dalam sajian berupa salad. Apabila kale dimasak atau dikonsumsi dalam bentuk matang, umumnya kandungan *sulforaphan*nya akan berkurang [24].

2.2.6 Hidroponik

Hidroponik adalah sebuah pola bercocok tanam yang mengganti media tanam tanah ke media yang lain. Pada awal tahun 1930-an, hidroponik pertama kali dikemukakan *W.F.Gericke* dari *University of California* melalui percobaan nutrisi pada tanaman dengan nilai skala besar yang selanjutnya disebut dengan hidroponik [27]. Hidroponik adalah sebuah metode menanam tanaman dengan menggunakan air tanpa tanah. Salah satu manfaat menanam tanaman dengan sistem hidroponik adalah memungkinkan budidaya dengan skala yang besar tanpa membutuhkan lahan yang luas seperti pada gambar dibawah ini [28].



Gambar 2. 6 Hidroponik [29].

Gambar 2.6 menggambarkan perkebunan dengan menggunakan sistem hidroponik. Hal tersebut menjadikan metode tanam hidroponik sebagai solusi pertanian yang cukup tepat untuk masyarakat perkotaan yang hampir sebagian besar memiliki kendala kekurangan lahan untuk bercocok tanam karena metode hidroponik ini dapat dilakukan hanya dengan melakukan sebuah penanaman didalam ruangan saja. Metode hidroponik menjadikan kegiatan penanaman menjadi lebih efisien saat melakukan penanaman sebuah tanaman [27].

2.2.7 Rockwool

Rockwool merupakan media tanam yang paling umum digunakan. Kebanyakan petani hidroponik yang menggunakan *rockwool* sebagai media pengganti tanah. *Rockwool* juga bersifat mudah untuk menampung air dengan baik. *Rockwool* termasuk kedalam media tanam yang bersifat ramah lingkungan.

Proses pembuatan *rockwool* dengan cara dipanaskan hingga mencapai *rockwool* suhu 1.600°C yang terdiri dari berbagai jenis batuan yaitu, batu basalt, batu kapur, batu bara sampai berbentuk menyerupai lava hingga akhirnya berubah bentuk menjadi sebuah serat yang saling menyatu [30].



Gambar 2. 7 *Rockwool* [30].

Pada gambar 2.7 menjelaskan bentuk fisik dari *rockwool*. Kegunaan dari *rockwool* terutama pada kondisi tanaman yaitu menambah panjang sel akar, kofaktor dalam proses enzimatik dan hormonal, menebalkan dinding sel, serta melindungi dari hama, panas, dan stress tanaman tersebut. Selain itu, kelebihan *rockwool* dapat menahan air dan unsur hara yang dikandungnya sehingga tanaman mendapat nutrisi secara maksimal sehingga *rockwool* adalah media terbaik untuk sayuran. *Rockwool* di kenal sehat dari pada media tanam yang lain karena didalamnya tidak memanfaatkan bahan kimia dan pestisida untuk proses pertumbuhan [31].

2.2.8 LED (*Light Emite Dioda*)

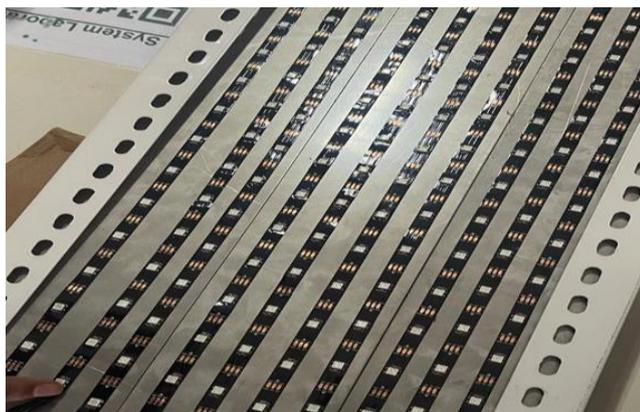
LED (*Light Emite Dioda*) merupakan sebuah komponen elektronika yang dapat memancarkan sebuah cahaya monokromatik apabila diberikan sebuah tegangan maju [32]. Kelebihan LED yaitu suhu pada LED jauh lebih rendah dibandingkan jenis lampu yang lain. Selain itu, memiliki sebuah nilai spektrum cahaya yang kecil dan konsumsi daya yang relatif lebih rendah dibandingkan lampu pijar maupun lampu neon. LED berpengaruh baik terhadap suatu

pertumbuhan tanaman. Spektrum, durasi, dan intensitas cahaya yang diberikan dapat sangat mudah dikontrol di lingkungan pertumbuhan buatan [33].

Banyak lampu yang sedang diuji untuk menggantikan sinar matahari, namun lampu lain seperti halogen memiliki spektrum cahaya yang sangat tinggi sehingga dapat membahayakan pertumbuhan tanaman, sedangkan untuk lampu LED tidak menghasilkan panas berlebih yang dapat membahayakan tanaman. Hanya saja, jika lampu ini diletakkan terlalu dekat dengan tanaman dalam waktu lama, pasti daunnya akan mengering. Oleh karena itu, lampu LED nampaknya lebih cocok jika digunakan untuk menggantikan peran cahaya alami atau sinar matahari bagi tanaman [33]. LED hadir dalam berbagai pilihan yang dapat disesuaikan dengan warna yang dibutuhkan oleh jenis tanaman, salah satunya LED Strip.

2.2.9 LED Strip

LED Strip merupakan teknologi pencahayaan terkini dengan keluaran yang lebih terang. Bentuk fisik dari *LED strip* menyerupai selang strip yang dapat menghasilkan banyak warna. *LED strip* memiliki banyak kelebihan, salah satunya ialah proses instalasi atau pemasangan lampu LED yang tergolong sangat sederhana sehingga seringkali menjadi pilihan banyak konsumen untuk diinstal pada ruangan *indoor* maupun *outdoor*. Pilihan warna yang berbeda memberikan keunggulan lebih pada lampu ini. *LED Strip* sering kali digunakan pada tempat yang gelap sebagai pencahayaan buatan ataupun sebagai hiasan [34].



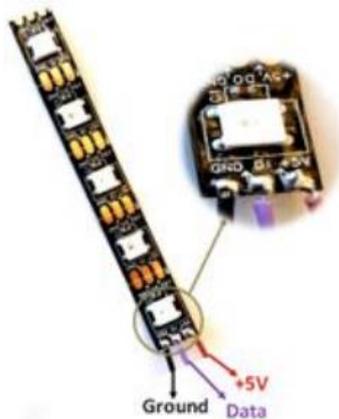
Gambar 2. 8 LED (*Light Emite Dioda*) Strip

Pada gambar 2.8 merupakan bentuk fisik *led strip* yang akan di gunakans ebagai pencahayaan buatan. Lampu *LED Strip* semakin canggih karena

memberikan cahaya berkualitas tinggi tanpa mengurangi konsumsi daya secara efektif dan juga memiliki kelebihan yang dapat merubah warna pada *output*-annya. LED strip kebanyakan dirancang sebagai suatu sistem pencahayaan buatan yang menyala secara terkontrol tergantung tingkat kebutuhan pengguna. Lampu LED strip memiliki cara efektif untuk menyesuaikan warna guna memenuhi kebutuhan pengguna berupa cahaya yang dipancarkan berdasarkan tingkat cahaya yang disediakan oleh sensor [35]. LED strip yang digunakan pada penelitian ini berjenis WS2812B.

2.2.10 LED WS2812B

LED WS2812B merupakan sumber cahaya LED terkontrol secara cerdas yang mengintegrasikan terhadap sirkuit kontrol dan *Chip* RGB sebanyak 5050 dari satu set komponen. Komponen internal termasuk pin data *digital* cerdas dan penguat pembentukan kembali sinyal sirkuit kontrol. Selain itu, termasuk osilator presisi internal dan unit kontrol arus garis konstan 12V yang dapat diprogram, yang secara efektif melakukan pengecekan terhadap ketinggian konsisten warna titik dari cahaya pixel [36].

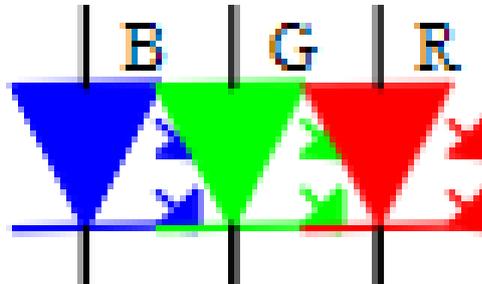


Gambar 2. 9 LED WS2812B [36]

Pada gambar 2.9 bentuk dari LED strip WS2812B. Pada LED strip WS2812B terdapat 3 pin pada LED ini, khusus untuk kabel VCC berwarna merah, di posisi tengah dengan kabel biru untuk data yang akan diinput ke pemrograman Arduino dan kabel ground hitam. Selain itu, terdapat kabel terpisah yang dimanfaatkan guna menambah nilai power ekstremal berjumlah dua buah kabel [37].

2.2.11 RGB (Red, Green, Blue)

RGB (*Red*, *Green*, dan *Blue*) merupakan lampu dengan 3 warna yaitu merah, hijau, dan biru seperti pada gambar 2.10



Gambar 2. 10 RGB (*Red*, *Green*, *Blue*) [38]

Penggabungan atau kombinasi ketiga warna dasar tersebut menggunakan nilai intensitas tertentu akan mendapatkan banyak warna lainnya. Skema tiga warna RGB digunakan untuk menampilkan sebuah citra [38]. LED RGB ini didalamnya mempunyai anoda dan katoda. Katoda pada RGB ini berjumlah 1 warna dan memiliki 3 warna anoda sehingga menghasilkan warna RGB. Tegangan yang dilepaskan dari anoda, mempengaruhi keluaran berupa nyalanya warna RGB yang di pancarkan oleh LED [39].

2.2.12 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya yaitu jumlah dari energi yang diterima oleh tanaman per satuan waktu dan per satuan luas (kal/cm²/hari). Oleh karena itu, yang dimaksud intensitas ialah yang mencakup waktu pemaparan, yaitu seberapa lama matahari memancarkan sinar dalam waktu sehari. Sebenarnya, intensitas sinar matahari akan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap suatu sifat morfologi tumbuhan. Alasan tersebut karena intensitas sinar matahari diperlukan untuk mengkombinasi antara CO₂ dan air agar membentuk karbohidrat. Intensitas cahaya digunakan untuk mengukur atau mengetahui nilai suatu daya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya dalam arah tertentu per satuan sudut. Dari penjelasan tentang intensitas cahaya, disimpulkan bahwa intensitas cahaya merupakan besarnya suatu nilai cahaya yang diterima oleh suatu tempat dari suatu sumber cahaya [40]. Intensitas cahaya harus diketahui dengan alasan yang pada

dasarnya manusia membutuhkan cahaya dengan jumlah yang cukup. Intensitas cahaya sangat memberi pengaruh pada kondisi suatu lokasi, baik dari kelembaban, suhu, dan lain-lain. Alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya adalah *lux meter* [41].

2.2.13 Real Time Clock (RTC)

Real Time Clock (RTC) adalah sebuah komponen elektronika aktif yang didalamnya bisa untuk menyimpan data baik tanggal dan waktu. Secara umum, RTC adalah sebuah chip yang menghitung waktu mulai dari hitungan terkecil yaitu detik, menit, jam, hari, bulan, maupun tahun [42].



Gambar 2. 11 Real Time Clock (RTC) [43]

Pada gambar 2.11 merupakan bentuk fisik dari modul *Real Time Clock* (RTC) beserta pin-pinnya. RTC mampu menyimpan data perbedaan bulan yang memiliki 30 hari ataupun 31 hari. Bentuk transmisi atau komunikasi data RTC ialah I2C dengan menggunakan dua buah jalur komunikasi yaitu jalur SDA dan jalur SCL. Kemampuan dari *Real Time Clock* (RTC) dapat menyimpan data dalam hitungan detik hingga tahun, berlaku hingga tahun yang akan datang yaitu 2100 [44].

2.2.14 Adaptor 12V

Adaptor ialah suatu alat berupa rangkaian atau susunan dari elektronika yang berfungsi sebagai pengubah tegangan listrik besar menjadi tegangan listrik yang lebih kecil, atau rangkaian yang mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Adaptor atau catu daya adalah komponen inti atau pusat perangkat elektronika. Adaptor ini digunakan untuk menurunkan tegangan tergantung pada kebutuhan peralatan elektronika yaitu tegangan AC 22V ke nilai yang lebih kecil antara 3V hingga 12V [45].



Gambar 2. 12 Adaptor 12 V

Pada gambar 2.12 merupakan adaptor dengan tegangan 12V. Catu daya atau adaptor berasal dari kata *to adapt* artinya menyesuaikan dari tegangan AC atau bolak-balik kepada suatu yang memerlukan tegangan DC atau searah. Rangkaian dari adaptor atau catu daya merupakan suatu rangkaian elektronika yang terdiri atas beberapa bagian dan beberapa blok yang memiliki fungsi dan peran yang berbeda-beda. Kegunaan dan fungsi dari masing-masing bagian catu daya tidak lepas dari fungsi, kegunaan dan sifat, dari masing-masing komponen yang membentuknya hingga menjadi satu kesatuan. Kerusakan yang seringkali ditemukan pada jenis adaptor ialah kerusakan yang diakibatkan oleh hubungan singkat dari arus listrik. Dengan demikian, kerusakan tersebut harus diperhatikan masukannya karena dengan demikian akan besar kemungkinan besar berpengaruh buruk pada ic [46].

2.2.15 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah platform IoT yang memiliki sifat terbuka atau *opensource*. Pada NodeMCU terdiri atas perangkat keras berupa *On Chip* Sistem ESP8266 yang merupakan hasil buatan dari sistem *espressif* dan *firmware* yang memanfaatkan *scripting* Lua sebagai bahasa pemrograman. Secara default, istilah NodeMCU berkaca pada firmware yang digunakan, bukan lagi berkaca pada perangkat keras kit pengembangan atau *development* kit. NodeMCU bisa digambarkan serupa dengan papan Arduino-nya ESP8266 [47].

Pada seri tutorial ESP8266, Embeddednesia pernah menjelaskan bahwa melakukan pemrograman pada ESP8266 sedikit sulit dikarenakan memerlukan modul serial USB tambahan untuk mengunduh program beberapa teknik *wiring*. NodeMCU telah mengemas mikrokontroler dan ESP8266 dengan berbagai fitur seperti aksesibilitas WiFi dan chip komunikasi USB ke serial ke dalam papan yang ringkas dan layak [47].

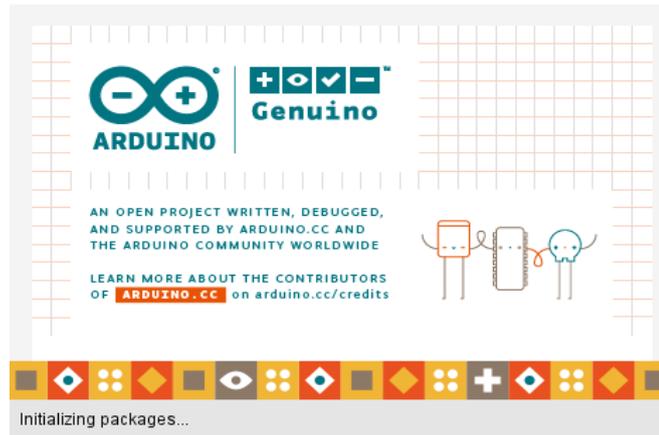


Gambar 2. 13 Board NodeMCU ESP8266 [48]

Pada gambar 2.13 merupakan *Board* NodeMCU ESP8266 dimana pada NodeMCU ini memiliki beberapa pin input dan output, sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah proyek yang berbasis IoT. *Board* NodeMCU ESP8266 sendiri memiliki konektor *mini-USB* yang memudahkan untuk mengunduh program ke papan Nodemcu itu sendiri sehingga untuk melakukan sebuah pemrograman pada ESP8266 hanyalah ekstensi kabel data USB, yang juga berfungsi sebagai kabel data [48].

2.2.16 Software Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan sketsa pemrograman, atau dapat dikenal sebagai media atau sarana pendukung pemrograman pada *board* yang ingin diprogram. Arduino IDE ini sangat berguna untuk membuat, mengedit, maupun mengunggah (meng-*upload*) ke suatu board tertentu dan mengkode beberapa program. Arduino IDE tersusun dari bahasa pemrograman JAVA yang dilengkapi dengan pustaka C/C++ (*wiring*) yang memudahkan pengoperasian *input/output* [49].



Gambar 2. 14 Arduino IDE

Pada gambar 2.14 merupakan tampilan awal yang akan muncul apabila membuka *software* atau aplikasi arduino IDE. Pemrograman yang dituliskan pada perangkat lunak Arduino IDE dikenal dengan sebutan *sketches*. *Sketches* ditulis menggunakan fitur *editor* teks yang kemudian disimpan dengan jenis file *ino*. Fitur editor pada arduino IDE memiliki fitur *paste* (menempel), *cut* (memotong), menemukan, maupun mengganti teks. di bagian pesan berisi sebuah komentar tentang penyimpanan , ekspor, dan juga menunjukkan kesalahan [50].

Pada bagian konsol menampilkan hasil akhir atau sebuah *output* maupun menampilkan pesan kesalahan lengkap beserta informasi lainnya. pada bagian kanan bawah *window* menunjukkan board konfigurasi dan juga *port* serial. Tombol *toolbar* memungkinkan untuk mendownload program, menguji, membuka, membuat, dan menyimpan sebuah sketches, dan membuka monitor serial [50]. Terdapat pembagian *software* arduino, yaitu:

1. Struktur dasar penulisan sketsa

Pada setiap program dalam Arduino (sketsa) harus ada atau memiliki dua fungsi dalam setiap program, yaitu:

- a. *Void setup (){}*

Fungsi ini digunakan hanya untuk menjalankan program di dalam kurung kurawal satu kali.

- b. *Void loop (){}*

Fungsi ini akan digunakan setelah *setup* (fungsi *void setup*) telah selesai. Setelah satu kali di jalankan, maka fungsi ini akan dijalankan secara berulang

kali atau terus menerus hingga *power* (catu daya) dilepas.

2. Fitur pada Arduino IDE :



Gambar 2. 15 Fitur pada *Software* Arduino IDE [49].

Gambar 2.15 memaparkan fitur-fitur apa saja yang ada pada *software* Arduino IDE. Fitur-fitur tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda, yaitu:

a. *Verify*

fitur tersebut digunakan untuk mengkompilasi atau memeriksa kesalahan pada sketsa pengkodean. Jika kesalahan pengkodean terus berlanjut, maka ditandai dengan keterangan yang muncul dengan tulisan error. Dengan kata lain *verify* dipergunakan untuk mengecek apakah program yang dibuat dapat berjalan dengan semestinya atau tidak.

b. *Upload*

Fitur *upload* dipergunakan sebagai mengirim atau menyisipkan program ke board yang telah ditentukan

c. *New*

Fitur *new* dimanfaatkan sebagai pembuka objek baru atau membuka halaman (*page*) sketsa yang baru.

d. *Open*

Open digunakan untuk membuka proyek yang sudah pernah dibuat, asalkan proyek tersebut telah disimpan.

e. *Save*

Save digunakan sebagai menyimpan sketsa atau program yang telah dibuat.

f. *Serial Monitor*

Fitur tersebut dimanfaatkan untuk menampilkan sebuah data yang dihasilkan setelah sketsa diunggah ke papan (*board*) sesuai permintaan, selanjutnya akan dieksekusi dan dapat dilihat pada *serial monitor* [49].