

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

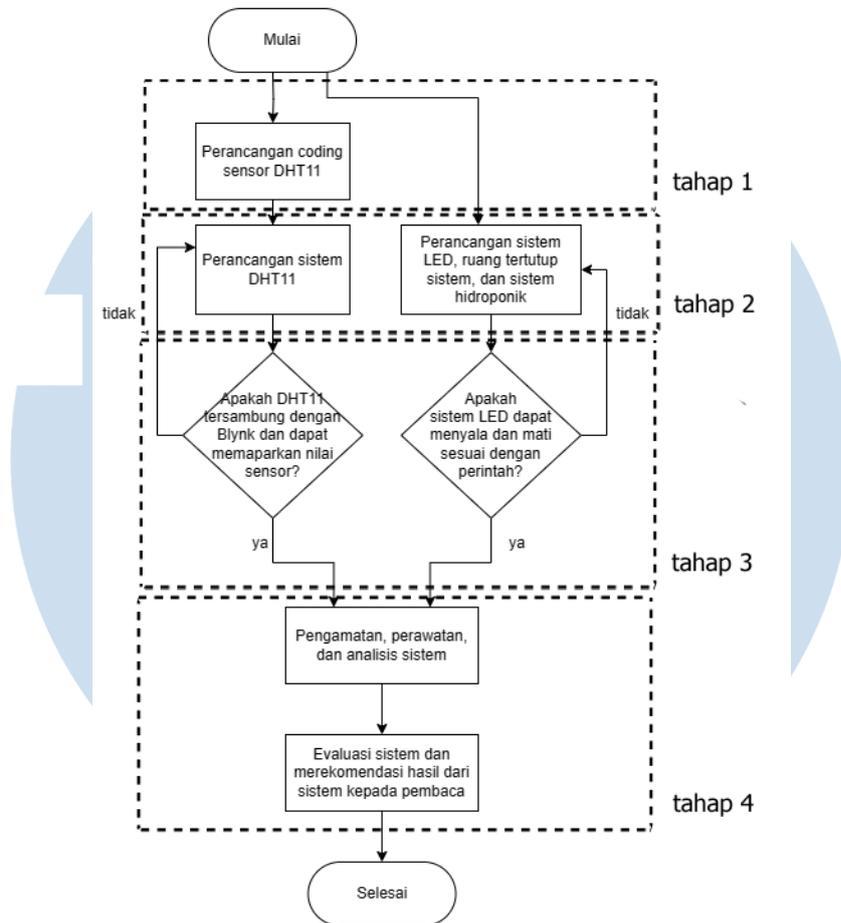
3.1. Gambaran Umum

Gambaran umum objek pengamatan Tugas Akhir ini adalah tanaman bayam hijau dolly yang ditanam oleh penulis dengan setiap tanaman diberikan pengaruh yang sama kecuali pencahayaan. Data yang diperoleh berupa data kualitatif yaitu berdasarkan pengamatan visual secara langsung oleh penulis dan berupa data kuantitatif pengukuran batang dan daun sampel tanaman. Tanaman dikondisikan pada ruang tertutup dengan prototipe sistem ruang yang diatur menggunakan IoT dengan bantuan Blynk IoT.

3.2. Metode Penelitian

Dalam pelaksanaannya, tugas akhir ini dibagi menjadi empat tahap, yaitu tahap pembuatan sistem lunak, tahap pembuatan perangkat keras, tahap pengujian, dan tahap pengamatan.

Tahap pertama merupakan tahap pembuatan sistem lunak, meliputi: perancangan *coding* untuk membaca kondisi suhu dan kelembaban. Tahap kedua merupakan tahap pembuatan perangkat keras, meliputi: pembuatan rangkaian elektronika, prototipe sistem ruang tertutup LED, dan sistem hidroponik. Tahap tiga merupakan tahap pengujian yang terdiri dari: pengujian keberhasilan sistem dan sensor. Tahap keempat merupakan tahap pengamatan yang terdiri dari: pengamatan dan perawatan tumbuhan hidroponik secara berkala, pencatatan nilai kondisi lingkungan yang didapatkan dari sensor, analisis hasil dan memberikan rekomendasi terhadap pemanfaatan pencahayaan buatan pada sistem hidroponik khususnya pada tanaman bayam. Keempat tahap tersebut dapat digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir Tahap Pengerjaan

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat dan bahan untuk perangkat keras sensor dan LED

- 1) Perangkat lunak Blynk
- 2) Perangkat lunak Arduino IDE
- 3) Lampu LED warna merah, kuning, hijau, biru, *red violet* dengan daya 5 Watt
- 4) Lampu LED *Grow Light* ungu hidroponik dengan daya 5 Watt
- 5) Lampu LED putih (*daylight*) dengan daya 5, 10, 15 Watt
- 6) Dudukan lampu LED
- 7) Kabel

- 8) Relay
- 9) Mikrokontroler nodeMCU ESP32
- 10) Sensor pH meter
- 11) Sensor TDS meter
- 12) Kabel jumper
- 13) Breadboard
- 14) Kamera atau *Handphone*
- 15) Laptop

3.3.2 Alat dan bahan untuk sistem hidroponik

- 1) Media tanam sistem *wick*
- 2) Pot kecil media sistem *wick*
- 3) Baskom untuk sistem *wick*
- 4) Kotak kardus 12x20x30 cm
- 5) Larutan Nutrisi A dan B
- 6) Timbangan digital mini 500 gram akurasi 0.01 gram
- 7) Meteran atau penggaris

3.4 Kebutuhan Desain

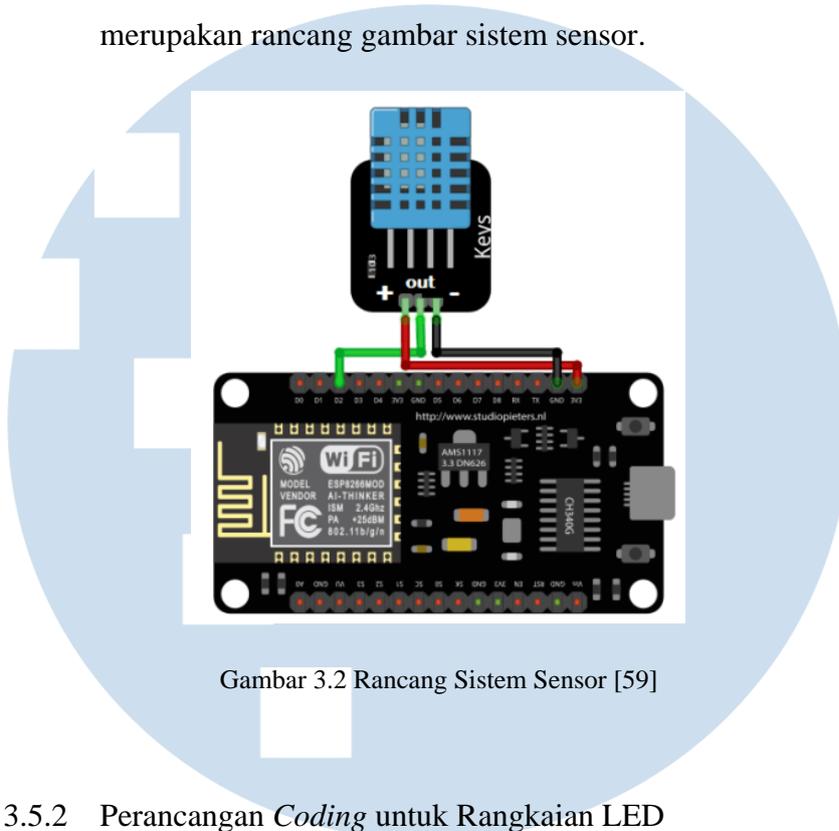
- 1) Perangkat ATS sistem LED dapat menyala dan mati sesuai dengan waktu yang diatur dengan tunda waktu kurang dari 30 detik
- 2) Sensor yang dipasang dengan bantuan mikro kendali dapat memberikan data secara IoT menggunakan bantuan aplikasi.

3.5 Tahap Pembuatan Sistem Lunak

3.5.1 Perancangan Sistem *Coding* untuk Sensor

Sistem dirancang dalam bentuk *coding* melalui perangkat lunak Arduino IDE dan disambungkan ke perangkat lunak Blynk menggunakan bantuan IoT dan nodeMCU ESP32. Sensor yang

digunakan secara kontinu adalah sensor DHT11. Gambar 3.2 merupakan rancang gambar sistem sensor.

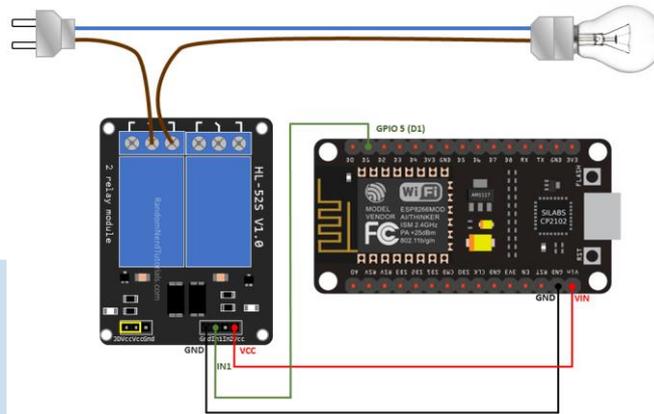


Gambar 3.2 Rancang Sistem Sensor [59]

3.5.2 Perancangan *Coding* untuk Rangkaian LED

Sistem dirancang dalam bentuk *coding* melalui perangkat lunak Arduino IDE. Seluruh variasi lampu akan dihubungkan ke dalam satu rangkaian seri dengan waktu hidup dan mati dari lampu telah ditentukan menggunakan *coding* dengan bantuan relay. Waktu hidup dan mati pada *coding* ini akan diatur selama 12 jam. Gambar 3.3 merupakan rancangan sistem LED.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A



Gambar 3.3 Rancang Sistem LED [60]

3.6 Tahap Pembuatan Sistem Perangkat Keras

3.6.1 Pembuatan Rangkaian Sistem Sensor

Perancangan perangkat keras pertama pada penelitian adalah rangkaian sistem sensor yang terdiri dari nodeMCU ESP32, dengan sensor utama adalah DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban. Pada rangkaian ini, sistem pembacaan akan dilakukan menggunakan bantuan IoT. Untuk rangkaiannya sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rangkaian Sistem Sensor

3.6.2 Pembuatan rangkaian Sistem Lampu

Perancangan perangkat keras kedua pada penelitian adalah rangkaian sistem lampu yang terdiri dari variasi lampu LED yang dipakai, relay, dan nodeMCU. Relay akan dihubungkan pada sejumlah lampu LED yang digunakan untuk mengontrol hidup mati rangkaian lampu ada waktu tertentu dengan bantuan nodeMCU.

3.6.3 Perancangan Ruang Tertutup Sistem LED

Setiap penelitian untuk variasi LED akan diletakkan ke dalam kotak berukuran 20 x 15 x 30 cm. Pada masing-masing kotak akan dipasang 1 pencahayaan buatan LED menyesuaikan perlakuan yang dilakukan. Jumlah kotak yang digunakan adalah 9 kotak dengan setiap kotak diberikan perlakuan berbeda, yaitu:

- 1) Kotak P1 dipasang 1 lampu LED merah 5 Watt
- 2) Kotak P2 dipasang 1 lampu LED kuning 5 Watt
- 3) Kotak P3 dipasang 1 lampu hijau 5 Watt
- 4) Kotak P4 dipasang 1 lampu biru 5 Watt
- 5) Kotak P5 dipasang 1 lampu *red violet* 5 Watt
- 6) Kotak P6 dipasang 1 lampu *Grow Light* ungu hidroponik 5 Watt
- 7) Kotak P7 dipasang 1 lampu putih 5 Watt
- 8) Kotak P8 dipasang 1 lampu putih 10 Watt
- 9) Kotak P9 dipasang 1 lampu putih 15 Watt

Setiap kotak diberikan LED dengan variasi cahaya buatan menyesuaikan perlakuan, baik warna maupun intensitas. Warna cahaya yang umum diberikan kepada tumbuhan adalah warna putih, dikarenakan matahari menghasilkan warna putih. Cahaya warna putih merupakan cahaya yang terdiri dari banyak warna dan panjang gelombang, dimana apabila diuraikan maka cahaya akan terurai

menjadi 7 warna utama yang dapat ditangkap oleh mata yaitu warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu. Namun, cahaya putih dapat terbentuk dari kombinasi spektrum warna merah, hijau, dan biru (RGB). Hal ini dikarenakan cahaya merah memiliki rentang panjang gelombang tinggi, hijau memiliki rentang panjang gelombang menengah, dan biru memiliki rentang panjang gelombang rendah [61]. Sehingga 3 warna terpenting dari spektrum warna putih adalah merah, hijau, dan biru. Warna lain yang dipilih adalah warna perpaduan antara ketiga warna tersebut, yaitu perpaduan cahaya merah dan hijau menghasilkan warna kuning, dan perpaduan warna merah dan biru menghasilkan warna ungu (*red violet*). Perpaduan warna hijau dan biru sendiri menciptakan warna *cyan*, namun warna tersebut tidak diteliti dikarenakan secara teori, warna *cyan* memiliki panjang gelombang sekitar 490-520 nm [62] yang berkisar pada panjang gelombang warna hijau. Hal-hal tersebutlah dipilih warna merah, kuning, hijau, biru, dan *red violet*. Penelitian dilakukan juga terhadap warna ungu hidroponik untuk membandingkan setiap variasi warna dengan cahaya memberikan panjang gelombang paling optimal untuk pertumbuhan tanaman hidroponik berkisar 400 – 520 dan 610 – 720 .

Besar intensitas pada cahaya buatan yang dihasilkan berdasarkan besar daya listrik yang diberikan. Semakin tinggi daya listrik dikonsumsi oleh suatu alat, maka energi listrik yang dihasilkan juga bertambah sehingga semakin intensitas cahaya yang dapat di respons oleh mata manusia. Setiap tanaman membutuhkan besar intensitas cahaya yang berbeda di mana terdapat tumbuhan yang membutuhkan cahaya dengan daya listrik lebih dari atau sama dengan 300 W untuk tumbuh optimal [19], namun ada pula tanaman yang mengalami fotoinhibisi dengan di bawah cahaya dengan daya listrik lebih dari 50 Watt [18].

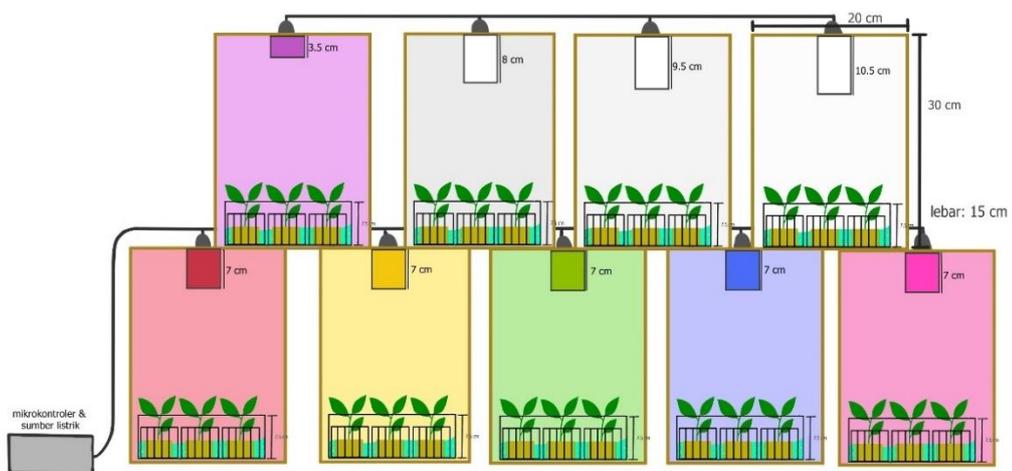
Tidak ada informasi pasti berapa tinggi intensitas cahaya minimal yang dibutuhkan oleh tumbuhan bayam hijau, namun berdasarkan penelitian sebelumnya, tanaman bayam membutuhkan sekiranya 200-400 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ untuk dapat tumbuh dengan baik [63]. $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ adalah satuan untuk mengukur *Photosynthetic Photon Flux Density* (PPFD), yang merupakan jumlah foton cahaya dengan panjang gelombang 400-700 nm yang jatuh ke permukaan per detik [64]. Konversi intensitas cahaya dari $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ menjadi lux akan berbeda-beda menyesuaikan spektrum warna cahaya akibat nilai respons spektral dari lux meter setiap warna relatif berbeda dengan cahaya putih. Sebagai referensi umum, cahaya putih dinilai memiliki spektrum relatif sama dengan matahari sehingga 1 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ sama dengan 1 lux, sehingga diperkirakan bayam hijau membutuhkan cahaya minimal 200-400 lux untuk dapat tumbuh pada kondisi baik.

Setiap cahaya buatan LED menghasilkan nilai lux yang bervariasi meskipun telah menggunakan daya listrik yang serupa. Namun, telah banyak ditemukan sumber cahaya buatan LED dengan daya listrik 5 W di pasaran yang dapat menghasilkan 400-800 lumen atau setara dengan 400-800 lux apabila diukur pada luas permukaan 1m² sehingga cahaya buatan 5 W dinilai cukup untuk mendukung pertumbuhan bayam hijau. Terlebih lagi, penggunaan cahaya buatan akan menambah pengeluaran untuk mengakomodasi sumber energi listrik dan hal tersebut merupakan hal yang dihindari apabila menjalankan bisnis sayuran hidroponik. Sehingga, sumber cahaya buatan yang dipilih mengonsumsi energi listrik seminimal mungkin untuk menekan biaya yang dikeluarkan namun tetap dapat mengakomodasi cahaya yang dibutuhkan tanaman. Penggunaan cahaya buatan 10 W dan 15 W untuk mengetahui perbandingan tumbuh bayam hidroponik dengan pemberian intensitas cahaya lebih besar daripada minimal.

Untuk rangkaian sistem kotak beserta sistem lampu yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.5 dengan sketsa dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.5 Perancangan Sistem Otomasi Lampu

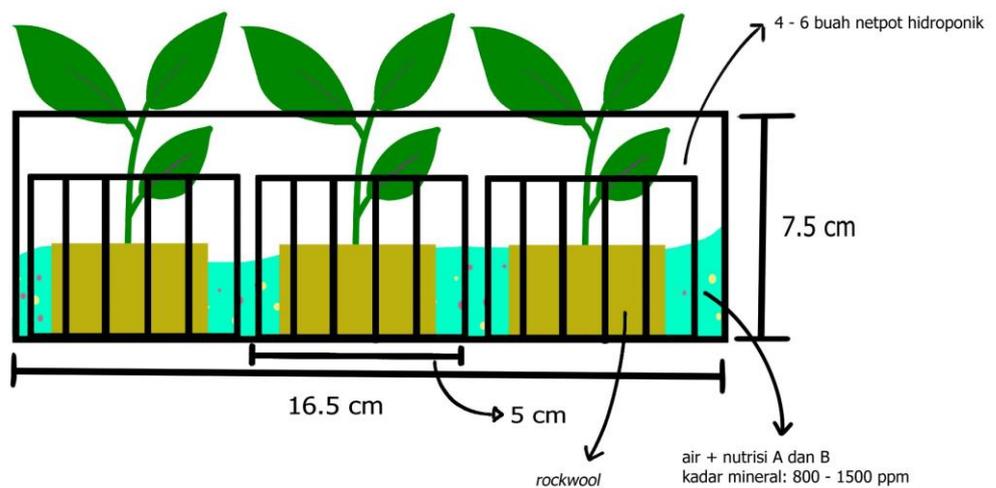


Gambar 3.6 Sketsa Sistem Otomasi Lampu

3.6.4 Pembuatan Sistem Hidroponik

Metode penanaman hidroponik bayam akan dilakukan dengan sistem *wick*, di mana tanaman bayam ditanam di dalam

medium pot kecil berisikan media tanam dan dicelupkan ke dalam larutan nutrisi. Metode penanaman sistem hidroponik dipilih dikarenakan metode ini dikenal sebagai media yang paling mudah untuk diaplikasikan, harga terjangkau, dan tidak menggunakan ruang yang banyak, sehingga cocok untuk melakukan penelitian di mana menggunakan variasi LED di ruang tertutup. Setiap pot tanaman hidroponik akan berdiameter 5 cm dengan setiap sistem diberikan media tanam *rockwool* dengan tinggi 2.5 cm dengan larutan nutrisi campuran A dan B sesuai aturan. Gambar 3.7 merupakan rancangan sistem hidroponik yang dibuat.



Gambar 3.7 Rancang Sistem Hidroponik

3.7 Tahap Pengujian

3.7.1 Pengujian Sistem Sensor

Pengujian sensor pada awalnya melihat apakah sistem sensor secara mikro kendali tersambung dengan aplikasi blynk atau tidak, dilihat dari pembacaan sensor pada aplikasi blynk. Pengujian DHT11 dilakukan dengan memberikan panas di dekat DHT11,

apabila pembacaan sensor pada aplikasi blynk berubah menyesuaikan keadaan, maka DHT11 dianggap bekerja dengan baik.

Pengujian sensor pH meter dilakukan dengan cara mencelupkan sensor ke dalam air netral, cairan pH up, dan cairan pH down. Apabila pH meter menunjukkan nilai pH di air sekitar 6-7, nilai pH di pada cairan pH down di bawah 6, nilai pH pada cairan pH up di atas 7, maka pH meter dianggap bekerja dengan baik.

Pengujian sensor TDS meter dilakukan dengan cara mencelupkan sensor ke dalam air mineral dan air yang bercampur pupuk. Apabila TDS meter menunjukkan nilai lebih besar di air tanah daripada di air mineral, maka TDS meter dianggap bekerja dengan baik.

Pengujian lux meter dilakukan dengan cara meletakkan lux di bawah lampu dengan intensitas berbeda dan ruang gelap tertutup. Apabila lux meter menunjukkan angka bervariasi menyesuaikan keadaan dan pada ruang gelap, lux meter menunjukkan angka di bawah 10 lux, maka lux meter dianggap bekerja dengan baik.

3.7.2 Pengujian Sistem LED

Pengujian sistem LED pada awalnya melihat apakah lampu LED dapat menyala secara *wireless* dengan bantuan aplikasi blynk dengan rentang waktu tertentu. Apabila lampu LED dapat menyala dan mati pada rentang 5 menit, 30 menit, dan 1 jam dengan tunda waktu kurang dari 30 detik maka sistem dianggap bekerja dengan baik.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

3.8 Tahap Pengamatan

3.8.1 Pengamatan dan Perawatan Tumbuhan Hidroponik

Pengamatan tumbuhan hidroponik masa pra-panen meliputi proses pertumbuhannya dilihat dari kenaikan tinggi tanaman, kenaikan jumlah daun, perbandingan kesegaran antara satu bayam dengan yang lain secara kualitatif, dan warna. Pengamatan masa panen terdiri dari pengamatan variabel data yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, massa keseluruhan 1 batang sampel bayam, kesegaran bayam, dan kualitas bayam menyesuaikan standar 81 FR 51297 khususnya standar kesegaran dari tanaman bayam. Hasil tanaman bayam masa panen juga akan dibandingkan dengan hasil rata-rata tanaman bayam dari dasar teori yang didapat dari pertumbuhan di bawah sinar matahari. Proses pengamatan akan dilakukan secara periodik perminggu selama 2 bulan yang kemudian data hasil pengamatan keseluruhan per tiap perlakuan akan diolah menjadi suatu grafik batang dan dianalisis lebih lanjut. Perawatan dilakukan dengan memeriksa kandungan larutan nutrisi dan mengisinya lagi apabila dinilai kurang dari cukup. Proses pengamatan ini akan dilakukan secara manual menggunakan alat ukur yang tersedia.

3.8.2 Pengamatan Variabel Lingkungan

Pengamatan variabel dari lingkungan berupa nilai suhu dan kelembaban hasil sensor DHT11, nilai pH hasil sensor pH meter, nilai ppm hasil sensor DTS meter, dan intensitas cahaya hasil sensor lux meter. Proses pengamatan akan dilakukan secara periodik per minggu selama 2 bulan untuk menjaga kondisi nilai sensor tetap berada pada rentang kondisi hidup bayam menyesuaikan dengan teori kondisi hidup bayam sehat yang diperoleh. Kondisi sensor juga akan diperiksa secara periodik per minggu untuk mencegah kerusakan.

3.9 Teknik Pengumpulan Data

3.9.1 Metode Pengukuran Perkembangan Bayam Hijau Sebelum Panen

Dalam setiap kotak perlakuan, diletakkan 4-6 pot yang telah diisikan bibit bayam hijau. Metode pengumpulan data akan dilakukan pada data-data dapat berubah, sedangkan data-data-data yang dikondisikan akan diambil secara periodik demi penyesuaian kembali ke kondisi hidup bayam yang layak.

Metode pengumpulan data:

- 1) Pengukuran dilakukan secara periodik 3-4 hari sekali, dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
- 2) Melakukan pengukuran tinggi tumbuhan pada pot tanaman dengan bayam hijau yang terlihat paling tinggi/besar dari antara pot bayam hijau lainnya dengan perlakuan yang sama. Cara pengumpulan data ini dilakukan dikarenakan tumbuhan terbesar dinilai mendapatkan pencahayaan paling optimal dibandingkan sampel lainnya.
- 3) Pengukuran tinggi menggunakan penggaris ataupun meteran.
- 4) Pengukuran panjang daun tumbuhan dilakukan pada salah satu daun yang dinilai terbesar dari tumbuhan yang telah diukur tingginya.. Metode pengukuran ini agar mendapatkan besaran yang konsisten.
- 5) Pengukuran lebar daun tumbuhan pada tanaman yang diambil adalah daun yang juga diukur panjang daunnya. Pengambilan sampel ini dikarenakan bentuk daun dapat mengubah ukuran daun bayam, sehingga dipilih sampel daun yang sama.
- 6) Pengumpulan data warna daun akan dilakukan secara ekstraksi warna dengan bantuan *website*.
- 7) Jumlah daun yang dihitung adalah jumlah daun dengan sampel bayam hijau terbesar dari antara bayam hijau lainnya dengan perlakuan sama.

3.9.2 Metode Pengukuran Kesehatan Bayam Hijau Pasca Panen

Menggunakan standar 81 FR 51297 sebagai patokan mutu segar tanaman secara visual.

Metode Pengumpulan Data:

- 7) Pengukuran tinggi tumbuhan dilakukan pada pot tanaman dengan terdapat bayam hijau yang terlihat paling tinggi dan terbesar dari antara pot bayam hijau lainnya dengan perlakuan yang sama. Pengukuran ini dilakukan dikarenakan bayam hijau terbesar dinilai mendapatkan pencahayaan paling optimal dibandingkan sampel lainnya.
- 8) Pengukuran panjang daun tumbuhan dilakukan pada salah satu daun yang dinilai terbesar dari tumbuhan yang telah diukur tingginya. Pengukuran ini dilakukan agar mendapatkan besaran yang konsisten dari sampel bayam.
- 9) Pengukuran lebar daun tumbuhan pada tanaman yang diambil adalah daun yang juga diukur panjang daunnya. Pemilihan sampel agar ukuran daun yang diukur adalah konsisten.
- 10) Pengumpulan data warna daun akan dilakukan secara ekstraksi warna dengan bantuan *website*.
- 11) Jumlah daun yang dihitung adalah jumlah daun dari bayam yang diukur ketinggiannya.
- 12) Massa tumbuhan akan diukur menggunakan timbangan untuk 1 batang bayam yang diukur tingginya.

3.10 Teknik Analisis Data

Langkah yang dilakukan untuk menganalisis data dalam penelitian ini adalah membandingkan setiap pertumbuhan bayam pada intensitas cahaya dan variasi warna yang berbeda dan menganalisis penyebabnya, menilai segar bayam sesuai standar 81 FR 51297 sebagai syarat penampilan, serta

membandingkan kondisi tanaman yang telah diamati dengan tanaman bayam hijau serupa selama rentang umur panen bayam di bawah matahari langsung yaitu 30-40 hari atau 1-1.5 bulan dan tidak berbunga [65]. Dari data yang telah dianalisis dan dievaluasi, dilanjutkan melakukan rekomendasi dengan cara menghubungkan hasil dengan teori-teori mengenai pencahayaan terhadap tanaman.

