

**KAJIAN PEMANFAATAN VARIASI PENCAHAYAAN BUATAN LED
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN BAYAM HIJAU
HIDROPONIK DENGAN SISTEM IOT**



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

Elfina Weldyan

0000037040

**PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2023**

**KAJIAN PEMANFAATAN VARIASI PENCAHAYAAN BUATAN LED
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN BAYAM HIJAU
HIDROPONIK DENGAN SISTEM IOT**



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Fisika (S.T)

ELFINA WELDYAN

0000037040

Kajian Pemanfaatan Variasi Pencahayaan Buatan LED terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Hijau Hidroponik dengan Sistem IoT, Elfina Weldyan, Universitas Multimedia Nusantara

**PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG**

2023

i

Kajian Pemanfaatan Variasi Pencahayaan Buatan LED terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Hijau Hidroponik dengan Sistem IoT, Elfina Weldyan, Universitas Multimedia Nusantara

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Elfina Weldyan

Nomor Induk Mahasiswa : 00000037040

Program studi : Teknik Fisika

Tugas Akhir dengan judul:

Kajian Pemanfaatan Variasi Pencahayaan Buatan LED terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Hijau Hidroponik dengan Sistem IoT

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/ penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk Tugas akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 5 Juni 2023



Elfina Weldyan

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul
Kajian Pemanfaatan Variasi Pencahayaan Buatan LED terhadap Pertumbuhan
Tanaman Bayam Hijau Hidroponik dengan Sistem IoT

Oleh

Nama : Elfina Weldyan
NIM : 00000037040
Program Studi : Teknik Fisika
Fakultas : Teknik dan Informatika

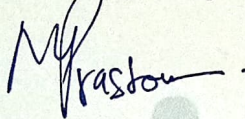
Telah diujikan pada hari kamis, 15 Juni 2023

Pukul 08.00 s/d 09.30 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang



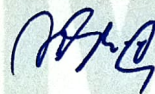
Dr. Eng Niki Prastomo, S.T., M.Sc.
0419128203/067341

Penguji



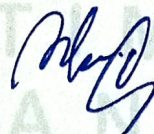
Ir. Arko, M.Sc., Ph.D.
0406086704/078764

Pembimbing



Muhammad Salehuddin, S.T., M.T.
0306108702/033878

Ketua Program Studi Teknik Fisika



Muhammad Salehuddin, S.T., M.T.,

iii

Kajian Pemanfaatan Variasi Pencahayaan Buatan LED terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Hijau Hidroponik dengan Sistem IoT, Elfina Weldyan, Universitas Multimedia Nusantara

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Multimedia Nusantara, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Elfina Weldyan
NIM : 00000037040.
Program Studi : Teknik Fisika
Fakultas : Teknik dan Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Multimedia Nusantara Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Kajian Pemanfaatan Variasi Pencahayaan Buatan LED terhadap Pertumbuhan
Tanaman Bayam Hijau Hidroponik dengan Sistem IoT

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas *Royalty Non* eksklusif ini Universitas Multimedia Nusantara berhak menyimpan, mengalih media / format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 7 Juni 2023

Yang menyatakan,



Elfina Weldyan

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

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas selesainya penulisan Skripsi ini dengan judul: “Kajian Pemanfaatan Variasi Pencahayaan Buatan LED terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Hijau Hidroponik dengan Sistem IoT” dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Jurusan Teknik Fisika Pada Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangat sulit bagi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
2. Dr. Ninok Leksono, M.A., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
3. Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Universitas Multimedia Nusantara.
4. Muhammad Salehuddin, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Fisika Universitas Multimedia Nusantara dan selaku Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi atas terselesainya tesis ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat, baik sebagai sumber informasi maupun sumber inspirasi, bagi para pembaca.

Tangerang, 7 Juni 2023



Elfina Weldyan

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

**KAJIAN PEMANFAATAN VARIASI PENCAHAYAAN
BUATAN LED TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN
BAYAM HIJAU HIDROPONIK DENGAN SISTEM IOT**

Elfina Weldyan

ABSTRAK

Bayam hijau ditanam terbuka dengan iklim menentukan kualitasnya. Bayam membutuhkan cahaya dan secara teori tanaman membutuhkan spektrum cahaya berkisar warna merah dan biru, walaupun ada yang tumbuh lebih baik di variasi lain.

Kendala dan potensi ini mendorong pengukuran pertumbuhan hidup bayam selama 30-40 hari di cahaya merah, kuning, hijau, biru, *red violet*, ungu hidroponik berdaya 5W dan di intensitas cahaya putih 5W, 10W, dan 15W yang kemudian dikaji kelayakannya berdasarkan standar 81 FR 51297 dan dibandingkan dengan bayam di bawah matahari dari segi tinggi tanaman (t), panjang daun (p), lebar daun (l), jumlah helai (h), dan warna daun (c).

Hasil yang didapatkan adalah bayam dengan pertumbuhan terbesar tetap pada perilaku di bawah sinar matahari (t:18 cm, p:7.8 cm, l:5.5 cm, h:12 helai, c:100% hijau tua), kemudian dilanjutkan perilaku 15W (t:14 cm, p:4.6 cm, l:3 cm, h:8 helai, c:35% hijau tua), 10W (t:11 cm, p:4.2 cm, l:2.5 cm, h:8 helai, c:15% hijau tua), dan 5W (t:7.5 cm, p:1.5 cm, l:1.3 cm, h:6 helai, c:13% hijau tua) dengan semakin tinggi intensitas, semakin besar tumbuh bayam. Bayam di bawah matahari rentan kering, kotor, dan diserang oleh hama dibandingkan perilaku cahaya buatan, namun tumbuh lebih besar. Bayam hijau perilaku cahaya buatan putih memenuhi standar 81 FR 51297. Bayam hijau tumbuh buruk di variasi warna dan layu sebelum masa panen. Urutan tumbuh terbaik bayam pada variasi warna di hari ke-14 adalah ungu hidroponik (t:5.6 cm, p:0.5 cm, l:0.2 cm, h:2 helai, c:0% hijau tua), kuning (t:6 cm, p:0.5 cm, l:0.2 cm, h:2 helai, c:16% hijau tua), biru (t:4.8 cm, p:0.4, l:0.2 cm, h:6 helai, c:0% hijau tua), merah (t:4.5 cm, p:0.5 cm, l:0.2 cm, h:2 helai, c:0% hijau tua), *red violet* (t:5.8 cm, p:0.3 cm, l:0.2 cm, h:2 helai, c:0% hijau tua), dan hijau (t:4 cm, p:0.4, l:0.2 cm, h:1 helai, c:0% hijau tua).

Kata kunci: bayam hijau, cahaya, warna cahaya, intensitas cahaya, standar 81 FR 51297

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

**STUDY OF THE UTILIZATION OF LED ARTIFICIAL
LIGHTING VARIATIONS ON THE GROWTH OF
HYDROPONIC GREEN SPINACH PLANTS WITH THE IOT
SYSTEM**

Elfina Weldyan

ABSTRACT (English)

Green spinach is grown open with the climate determining its quality. Spinach needs *light* and in theory, plants need a spectrum of *light* ranging from red to blue, although some grow better in other variations.

These constraints and potentials encourage the measurement of life growth of spinach for 30-40 days under red, yellow, green, blue, red violet, purple hydroponic *light* with 5W power and under 5W, 10W, and 15W white *light* intensity which is then assessed for feasibility based on the 81 FR 51297 standard and compared with spinach under the sun in terms of plant height (t), leaf length (p), leaf width (l), number of strands (h), and leaf color (c).

The results obtained were the spinach with the highest growth remained in the sun's behavior (t:18 cm, p:7.8 cm, l:5.5 cm, h:12 strands, c:100% dark green), then continued with the 15W behavior (t :14 cm, w:4.6 cm, w:3 cm, h:8 strands, c:35% dark green), 10W (h:11 cm, w:4.2 cm, l:2.5 cm, h:8 strands, c :15% dark green), and 5W (t:7.5 cm, p:1.5 cm, l:1.3 cm, h:6 strands, c:13% dark green) with the higher the intensity, the greater the spinach grows. Spinach under the sun is prone to dryness, dirt, and attack by pests than the behavior of artificial *light*, but grows larger. Green spinach behavior in artificial white *light* complies with standard 81 FR 51297. Green spinach grows poorly under color variations and wilts before harvest. The best growing sequence of spinach on color variation on the 14th day was hydroponic purple (t:5.6 cm, p:0.5 cm, l:0.2 cm, h:2 strands, c:0% dark green), yellow (t:6 cm, w:0.5 cm, w:0.2 cm, h:2 strands, c:16% dark green), blue (w:4.8 cm, w:0.4, w:0.2 cm, h:6 strands, c:0% dark green), red (t:4.5 cm, p:0.5 cm, l:0.2 cm, h:2 strands, c:0% dark green), red violet (t:5.8 cm, p:0.3 cm, w:0.2 cm, h:2 strands, c:0% dark green), and green (t:4 cm, p:0.4, l:0.2 cm, h:1 strands, c:0% dark green).

Keywords: green spinach, *light*, *lights* color, *lights* intensity, 81 FR 51297 standard

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT (English) | vii |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2. Batasan Masalah..... | 4 |
| 1.3. Rumusan Masalah | 5 |
| 1.4. Tujuan | 6 |
| 1.5. Manfaat | 6 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 7 |
| BAB 2 LANDASAN TEORI..... | 8 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 8 |
| 2.2 Dasar Teori..... | 8 |
| 2.1.1 Tanaman Bayam Hijau..... | 13 |
| A. Klasifikasi | 14 |
| B. Morfologi Tanaman Bayam Hijau | 15 |
| B.1. Akar | 15 |
| B.2. Batang..... | 15 |
| B.3. Daun | 15 |
| B.4. Bunga..... | 15 |
| B.5. Buah..... | 15 |
| B.6. Biji | 15 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.2 Sistem Hidroponik | 16 |
| 2.1.3 Jenis-jenis Hidroponik | 16 |
| A.Sistem <i>Wick</i> | 16 |
| B.Sistem <i>Ebb & Flow</i> | 17 |
| C.Sistem NFT (<i>Nutrient Film Technique</i>) | 17 |
| D.Sistem <i>Aeroponic</i> | 17 |
| E.Sistem <i>Water Culture</i> | 17 |
| F.Sistem <i>Drip</i> | 17 |
| 2.1.4 Cahaya | 18 |
| A. Spektrum Cahaya | 18 |
| B. Intensitas dan Satuan untuk Cahaya | 19 |
| C. Sumber Cahaya..... | 19 |
| D. Cahaya Matahari | 20 |
| E. <i>Light Emitting Diode</i> | 20 |
| 2.1.5 Faktor Lingkungan bagi Tumbuh Tanaman Selain Cahaya..... | 23 |
| A. Suhu..... | 23 |
| B. Kelembaban..... | 23 |
| C. pH | 24 |
| D. Nutrisi..... | 24 |
| 2.1.6 Sistem Kontrol | 25 |
| A. Mikrokendali Arduino..... | 25 |
| B. NodeMCU ESP32 | 26 |
| C. Aplikasi Blynk IoT | 27 |
| D. Relay | 28 |
| 2.1.7 Sensor | 29 |
| A. Sensor DHT11 | 29 |
| B. Lux Meter Lutron LX-105 <i>Light Meter</i> | 30 |
| C. pH Meter Mediatech..... | 32 |
| D. TDS Meter Mediatech..... | 32 |
| E. <i>Open Loop vs Close Loop</i> | 33 |
| 2.1.8 Standar yang Digunakan | 35 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1. Gambaran Umum | 37 |
| 3.2. Metode Penelitian | 37 |
| 3.3. Alat dan Bahan | 38 |
| 3.4. Kebutuhan Desain | 39 |
| 3.5. Tahap Pembuatan Sistem Lunak | 39 |
| 3.5.1 Perancangan Sistem <i>Coding</i> untuk Sensor | 39 |
| 3.5.2 Perancangan <i>Coding</i> untuk Rangkaian LED | 40 |
| 3.6. Tahap Pembuatan Sistem Perangkat Keras | 41 |
| 3.6.1 Pembuatan Rangkaian Sistem Sensor | 41 |
| 3.6.2 Pembuatan rangkaian Sistem Lampu | 42 |
| 3.6.3 Perancangan Ruang Tertutup Sistem LED | 42 |
| 3.6.4 Pembuatan Sistem Hidroponik | 45 |
| 3.7. Tahap Pengujian | 46 |
| 3.7.1 Pengujian Sistem Sensor | 46 |
| 3.7.2 Pengujian Sistem LED | 47 |
| 3.8. Tahap Pengamatan | 48 |
| 3.8.1 Pengamatan dan Perawatan Tumbuhan Hidroponik | 48 |
| 3.8.2 Pengamatan Variabel Lingkungan | 48 |
| 3.9. Teknik Pengumpulan Data | 49 |
| 3.9.1 Metode Pengukuran Perkembangan Bayam Hijau Sebelum Panen .. | 49 |
| 3.9.2 Metode Pengukuran Kesehatan Bayam Hijau Pasca Panen | 50 |
| 3.10. Teknik Analisis Data | 50 |
| BAB 4 ANALISIS | 52 |
| 4.1 Implementasi Sistem | 52 |
| 4.2 Hasil Analisis Data | 54 |
| 4.2.1 Pengaruh Besaran Intensitas Cahaya Perkembangan Tanaman Bayam Hijau | 54 |
| 4.2.2 Pengaruh Variasi Warna Pada Perkembangan Tanaman Bayam Hijau | 64 |
| 4.2.3 Hasil Kajian Mutu Segar Tanaman Bayam Hijau yang Diteliti Berdasarkan Standar 81 FR 51297 | 73 |

| | |
|---|------------|
| 4.2.4 Perbandingan Tanaman Bayam Hijau di Bawah Variasi Intensitas Cahaya dan Variasi Warna Buatan LED dengan Tanaman di Bawah Sinar Matahari | 85 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 94 |
| 5.1. Kesimpulan | 94 |
| 5.2. Saran | 98 |
| DAFTAR PUSTAKA | 99 |
| LAMPIRAN | 107 |



UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Topik Penelitian Relevan | 8 |
| Tabel 2.2 Pengaruh panjang gelombang dan bahan semikonduktor LED terhadap variasi warna | 21 |
| Tabel 2.3 Spesifikasi DHT11 | 29 |
| Tabel 2.4 Spesifikasi Lux Meter LX1330B | 30 |
| Tabel 2.5 Spesifikasi TDS Meter Mediatech | 32 |
| Tabel 2.6 Kelebihan dan Kekurangan <i>Loop</i> Sistem Kontrol | 35 |
| Tabel 4.1 Intensitas Cahaya dari Cahaya Buatan yang Digunakan | 54 |
| Tabel 4.2 Perbandingan Massa, Panjang Akar, dan Panjang Batang Daun pada Perilaku Intensitas Berbeda..... | 60 |
| Tabel 4.3 Intensitas Cahaya dan Panjang Gelombang Cahaya Secara Teori dari Cahaya Buatan Berwarna..... | 65 |
| Tabel 5.1 Hasil Akhir Setiap Variabel Bayam Perilaku Intensitas Cahaya | 94 |
| Tabel 5.2 Hasil Akhir Setiap Variabel Bayam Perilaku Variasi Warna Cahaya .. | 95 |
| Tabel 5.3 Perbandingan Besaran Variabel Bayam di Variasi Cahaya Buatan dan Matahari | 97 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1 Layu Fusarium pada Bayam akibat Jamur Fusarium | 1 |
| Gambar 2.1 Tampilan Bayam Hijau | 14 |
| Gambar 2.2 Sistem <i>Wick</i> | 17 |
| Gambar 2.3 Panjang Gelombang Spektrum Cahaya Tampak..... | 18 |
| Gambar 2.4 Frekuensi Cahaya | 19 |
| Gambar 2.5 Variasi LED berwarna..... | 23 |
| Gambar 2.6 tampilan Arduino IDE..... | 26 |
| Gambar 2.7 Mikrokontroler ESP32 | 26 |
| Gambar 2.8 Tampilan Aplikasi Blynk IoT | 28 |
| Gambar 2.9 Relay..... | 28 |
| Gambar 2.10 DHT11..... | 29 |
| Gambar 2.11 Lux Meter Lutron LX-105 | 31 |
| Gambar 2.12 pH Meter Mediatech..... | 32 |
| Gambar 2.13 TDS Meter Mediatech..... | 33 |
| Gambar 2.14 Diagram <i>Loop</i> Terbuka | 34 |
| Gambar 2.15 Diagram <i>Loop</i> Tertutup..... | 34 |
| Gambar 3.1 Diagram alir Tahap Pengerjaan..... | 38 |
| Gambar 3.2 Rancang Sistem Sensor | 40 |
| Gambar 3.3 Rancang Sistem LED | 41 |
| Gambar 3.4 Rangkaian Sistem Sensor | 41 |
| Gambar 3.5 Perancangan Sistem Otomasi Lampu..... | 45 |
| Gambar 3.6 Sketsa Sistem Otomasi Lampu..... | 45 |
| Gambar 3.7 Rancang Sistem Hidroponik..... | 46 |
| Gambar 4.1 Tampilan Output pada Blynk IoT | 52 |
| Gambar 4.2 Pertumbuhan Tinggi Bayam Hijau di Bawah Variasi Intensitas Cahaya Buatan | 55 |
| Gambar 4.3 Pertumbuhan Panjang Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Intensitas Cahaya Buatan | 57 |
| Gambar 4.4 Pertumbuhan Lebar Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Intensitas Cahaya Buatan | 58 |
| Gambar 4.5 Penambahan Helai Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Intensitas Cahaya Buatan | 59 |
| Gambar 4.6 Persentase Warna Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Intensitas Cahaya Buatan | 62 |
| Gambar 4.7 Tanaman hari ke-38 Cahaya Putih 15W | 64 |
| Gambar 4.8 Pertumbuhan Tinggi Bayam Hijau di Bawah Variasi Warna Cahaya Buatan | 66 |
| Gambar 4.9 Pertumbuhan Panjang Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Warna Cahaya Buatan | 67 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.10 Pertumbuhan Lebar Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Warna Cahaya Buatan | 69 |
| Gambar 4.11 Penambahan Helai Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Warna Cahaya Buatan | 70 |
| Gambar 4.12 Persentase Warna Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Warna Cahaya Buatan | 71 |
| Gambar 4.13 Sampel Daun Bayam Perilaku 5W | 74 |
| Gambar 4.14 Sampel Daun Bayam Perilaku 10W | 75 |
| Gambar 4.15 Sampel Daun Bayam Perilaku 15W | 75 |
| Gambar 4.16 <i>Coarse Stalk</i> Pada Bayam bila telah lebih dari 10% | 78 |
| Gambar 4.17 Daun dengan Penyakit “Jamur Berbulu Halus” / <i>Downy Mildew</i> ... | 80 |
| Gambar 4.18 Tampilan Daun Akibat “Pembekuan” Ringan | 81 |
| Gambar 4.19 Tampilan Daun Akibat “Pembekuan” Parah..... | 81 |
| Gambar 4.20 Daun yang Terserang Hama | 82 |
| Gambar 4.21 Daun dengan Penyakit <i>White Rust</i> | 83 |
| Gambar 4.22 Daun Bayam yang Membusuk | 84 |
| Gambar 4.23 Pertumbuhan Tinggi Bayam Hijau di Bawah Variasi Cahaya Buatan Dibandingkan dengan Matahari | 86 |
| Gambar 4.24 Pertumbuhan Panjang Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Cahaya Buatan Dibandingkan dengan Matahari..... | 87 |
| Gambar 4.25 Pertumbuhan Lebar Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Cahaya Buatan Dibandingkan dengan Matahari..... | 88 |
| Gambar 4.26 Penambahan Helai Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Cahaya Buatan Dibandingkan dengan Matahari..... | 89 |
| Gambar 4.27 Persentase Warna Daun Bayam Hijau di Bawah Variasi Cahaya Buatan Dibandingkan dengan Matahari..... | 90 |
| Gambar 4.28 Kecacatan Daun Bayam di Bawah Sinar Matahari | 91 |
| Gambar 4.29 Dokumentasi Daun-daun Bayam yang Mengering di Bawah Sinar Matahari | 92 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1 Dokumentasi Pengujian Sensor | 107 |
| Lampiran 2 Pengukuran Pertumbuhan Tanaman Bayam Di Setiap Perilaku | 110 |
| Lampiran 3 Persentase Warna Tanaman Bayam di Setiap Perilaku | 114 |
| Lampiran 4 Hasil Dokumentasi Pertumbuhan Tanaman Bayam Hijau di Setiap Perilaku | 118 |
| Lampiran 5 Dokumentasi Tambahan Pengukuran Masa Panen | 140 |
| Lampiran 6 <i>Coding</i> yang Digunakan | 142 |
| Lampiran 7 Form Bimbingan | 144 |
| Lampiran 8 Turnitin | 145 |

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA