

**PENGARUH PAPARAN LED WARNA MERAH DAN HIJAU
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KAILAN (*BRASSICA
OLERACEAE*) DENGAN SISTEM HIDROPONIK *COCOPEAT***

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD RIFQI HIMAMI
NIM. 14640004



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PENGARUH PAPARAN LED WARNA MERAH DAN HIJAU
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KAILAN (*BRASSICA
OLERACEAE*) DENGAN SISTEM HIDROPONIK *COCOPEAT***

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**MUHAMMAD RIFQI HIMAMI
NIM. 14640004**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PAPARAN LED WARNA MERAH DAN HIJAU
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KAILAN (*BRASSICA
OLERACEAE*) DENGAN SISTEM HIDROPONIK *COCOPEAT*

SKRIPSI

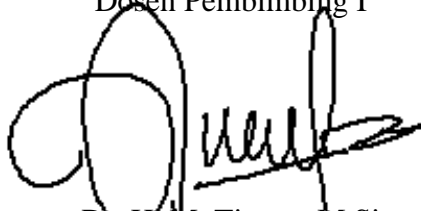
Oleh:

Muhammad Rifqi Himami

NIM. 14640004

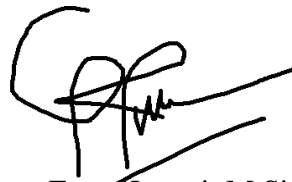
Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Pada tanggal: 10 Juni 2021

Dosen Pembimbing I



Dr. H. M. Tirono, M.Si
NIP. 19641211 199111 1 001

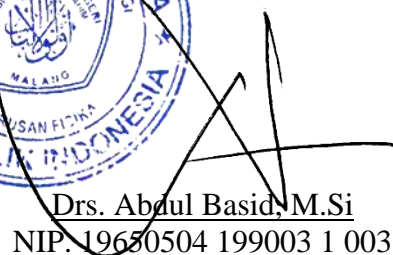
Dosen Pembimbing II



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009



Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19630504 199003 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PAPARAN LED WARNA MERAH DAN HIJAU
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KAILAN (*BRASSICA
OLERACEAE*) DENGAN SISTEM HIDROPONIK *COCOPEAT*

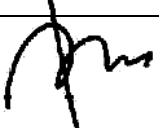
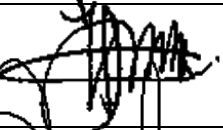


SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Rifqi Himami

NIM. 14640004

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 21 Juni 2020

Penguji Utama	:	<u>Farid Samsu Hananto, M.Si</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Ketua Penguji	:	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Sekretaris Penguji	:	<u>Dr. H. M. Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji	:	<u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	



Mengesahkan
Ketua Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si

NIP. 19650504 199003 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rifqi Himami
NIM : 14640004
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Paparan LED Warna Merah dan Hijau Terhadap
Pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae*)
dengan Sistem Hidroponik *Cocopeat*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 21 Juni 2021

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Rifqi Himami
NIM. 14640004

MOTTO

ادْعُ إِلَى سَبِيلِ رَبِّكَ بِالْحُكْمَةِ وَالْمَوْعِظَةِ الْحَسَنَةِ وَجَادِلْهُمْ بِالَّتِي هِيَ أَحْسَنُ إِنَّ رَبَّكَ هُوَ أَعْلَمُ بِمَنْ ضَلَّ

عَنْ سَبِيلِهِ وَهُوَ أَعْلَمُ بِالْمُهْتَدِينَ

Serulah (manusia) kepada jalan Tuhan-mu dengan hikmah dan pelajaran yang baik dan bantahlah mereka dengan cara yang baik. Sesungguhnya Tuhanmu Dialah yang lebih mengetahui tentang siapa yang tersesat dari jalan-Nya dan Dialah yang lebih mengetahui orang-orang yang mendapat petunjuk.

إِنَّ اللَّهَ وَمَلَائِكَتَهُ يُصَلُّونَ عَلَى النَّبِيِّ يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا صَلُّوا عَلَيْهِ وَسَلِّمُوا تَسْلِيمًا

Sesungguhnya Allah dan malaikat-malaikat-Nya bershalawat untuk Nabi. Hai orang-orang yang beriman, bershalawatlah kamu untuk Nabi dan ucapkanlah salam penghormatan kepadanya.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillah Wal Hamdulillah dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT yang selalu memberikan nikmat iman dan islam. Sholawat serta salam tetap tercurhakan kepada Nabi Muhammad SAW, segenap keluarga, para sahabat, serta umat beliau. Sehingga mempersembahkan tulisan ini kepada:

Abah dan Ibu Tercinta,

Abah H. Muhshon Abdurrahman dan Ibu Hj. Rodliyah Mahfudz, yang selalu membimbing, mendukung, dan mendoakan dengan penuh kasih sayang dan kesabaran.

Teruntuk Adik yang Terkasih,

Nailil Mafazah, Shafwatul Fida, Zanirotul Abidah, Muhammad Rozam Ma'ali yang selalu memberikan semangat dan petuah untuk tidak pernah menyerah.

Serta untuk para pembaca, semoga dapat bermanfaat tulisan ini untuk kedepannya.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat yang begitu luasnya kepada kami, sehingga sampai saat ini penulis dapat merampungkan penelitian skripsi dengan tepat waktu. Adapun penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat penyelesaian tugas akhir sarjana strata satu (S1). Pada penelitian ini, penulis mengambil judul **“Pengaruh Paparan LED Warna Merah Dan Hijau Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae*) Dengan Sistem Hidroponik Cocopeat”**. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang penuh dengan pencerahan seperti saat ini.

Atas selesainya penulisan skripsi ini, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si, selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. H. M. Tirono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan sabar membimbing dengan teliti dan memberikan arahan untuk penulisan sehingga mampu menyelesaikan Skripsi dengan baik.
5. Ibu Erna Hastuti M,Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan sabar membimbing dengan teliti dan memberikan arahan untuk penulisan sehingga mampu menyelesaikan Skripsi dengan baik.
6. Bapak Penguji yang telah memberikan masukan ide dan moral.
7. Seluruh Dosen Fisika UIN Malang yang telah sabar memberikan ilmunya terhadap saya.
8. Orangtua dan keluarga yang tak lelah mendukung dan memberikan do'a hingga saat ini.
9. Teman-Teman Fisika semua angkatan dan teman-teman Biofisika yang selalu membantu dan menjadi penyemangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

10. Teman-teman Santri Uculan dan seluruh teman-teman dari Majelis Dzikirul Muhasabah yang selalu mendoakan dan memberi semangat.
11. Para Bapak Kyai dan Ibu Nyai Pondok Nurul Huda Mergosono yang selalu mendoakan dan memberi nasehat
12. Teman-teman santri PPSSNH Mergosono Malang yang selalu membantu dan mendoakan dalam mengerjakan skripsi ini.
13. Teman-teman Padepokan Non-PNS Sejahtera yang selalu membantu dan menemani dalam mengerjakan ini.
14. Teman-teman Ngaps dan Sobat Kuns yang selalu membantu dan menemani dalam mengerjakan ini.
15. Sahabat-sahabati PMII Rayon “Pencerahan” Galileo yang menemani dalam mengerjakan ini.
16. Coffee shop dan warung kopi di Malang Raya, sebagai tempat mengerjakan skripsi ini.
17. Seluruh pihak-pihak yang terlibat langsung maupun tidak yang tidak dapat sebutkan satu persatu dalam kata pengantar proposal ini.

Penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga kami meminta maaf atas segala kekurangan dalam Skripsi ini. Kami mohon masukan dan kritikan supaya dapat mengevaluasi dan memperbaiki agar lebih baik. Akhir kata, penulis sangat berharap semoga Skripsi penelitian skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.

Malang, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lampu LED	7
2.2 Kailan	9
2.2.1 Klasifikasi Tanaman Kailan	12
2.2.2 Morfologi Tanaman Kailan	12
2.3 Cahaya	14
2.3.1 Kuantitas Cahaya	17
2.3.2 Spektrum Cahaya	18
2.3.3 Intensitas Cahaya	21
2.3.4 Karakteristik Cahaya	23
2.4 Interaksi Cahaya Terhadap Tanaman Kailan	25
2.5 Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan Tanaman	33
2.5 Hidroponik	35
2.6 Luxmeter	38
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	40
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	40
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	40
3.4 Langkah Kerja	41
3.4.1 Prosedur Penanaman	41
3.4.2 Pembuatan Media Penerangan	42
3.4.3 Pengujian Luminensi	42
3.4.4 Penanaman Tanaman Kailan dengan <i>Hydroponic Cocopeat</i>	42
3.4.5 Pemaparan Lampu LED	43
3.4.6 Teknik Pengambilan Data	43
3.5 Teknik Pengolahan Data	44
3.6 Tabel Penelitian	45

3.7 Diagram Alir Penelitian	46
3.8 Analisis Data	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	49
4.1.1 Pengaruh Lampu LED Warna Merah dan Hijau terhadap Pertumbuhan Daun Tanaman Kailan.....	49
4.1.2 Pengaruh Lampu LED Warna Merah dan Hijau terhadap Pertumbuhan Daun Tanaman Kailan.....	52
4.2 Pembahasan.....	62
4.3 Integrasi Al-Quran	70
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rentang Spektrum Gelombang Elektromagnetik	19
Gambar 2.2 Intensitas Cahaya (<i>Illuminance</i>)	23
Gambar 2.3 Eksitasi Klorofil Terisolasi Cahaya	26
Gambar 2.4 Proses Reaksi Terang.....	27
Gambar 2.5 Interaksi Cahaya dengan Kloroplas.....	30
Gambar 2.6 Siklus Calvin.....	31
Gambar 2.7 Serbuk Sabut Kelapa (<i>Cocopeat</i>)	37
Gambar 3.1 Instalasi Pemaparan LED	43
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	46
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Warna Lampu Terhadap Tinggi Batang Selama 4 Minggu.....	50
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Warna Lampu Terhadap Jumlah Daun Selama 4 Minggu.....	53
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Warna Lampu Terhadap Panjang Daun Selama 4 Minggu.....	57
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Warna Lampu Terhadap Lebar Daun Selama 4 Minggu.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Radiasi yang Sampai pada Batas Luar Atmosfer.....	18
Tabel 2.2	Radiasi yang Sampai pada Batas Dalam Atmosfer.....	18
Tabel 2.3	Spektrum Radiasi Matahari dan Pengaruhnya pada Tumbuhan	28
Tabel 3.1	Pengamatan Tanaman Kailan Menggunakan Lampu LED Merah..	45
Tabel 3.2	Pengamatan Tanaman Kailan Menggunakan Lampu LED Hijau....	45
Tabel 4.1	Data Hasil Pengamatan Pengaruh Warna Lampu Terhadap Tinggi Batang Selama 4 Minggu	49
Tabel 4.2	Hasil Uji ANOVA Tinggi Batang.....	51
Tabel 4.3	<i>Coefficients Variable Predictors</i> Tinggi Batang.....	51
Tabel 4.4	Data Hasil Pengamatan Pengaruh Warna Lampu Terhadap Jumlah Daun Selama 4 Minggu	53
Tabel 4.5	Hasil Uji ANOVA Jumlah Daun	54
Tabel 4.6	<i>Coefficients Variable Predictors</i> Jumlah Daun	55
Tabel 4.7	Data Hasil Pengamatan Pengaruh Warna Lampu Terhadap Panjang Daun selama 4 minggu.....	56
Tabel 4.8	Hasil Uji ANOVA Panjang Daun	58
Tabel 4.9	<i>Coefficients Variable Predictors</i> Panjang Daun	58
Tabel 4.10	Data Hasil Pengamatan Pengaruh Warna Lampu Terhadap Lebar Daun Selama 4 Minggu.....	60
Tabel 4.11	Hasil Uji ANOVA Lebar Daun.....	61
Tabel 4.12	<i>Coefficients Variable Predictors</i> Lebar Daun.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Hasil Pengukuran Tinggi Batang
- Lampiran 2 Data Hasil Pengukuran Jumlah Daun
- Lampiran 3 Data Hasil Pengukuran Panjang Daun
- Lampiran 4 Data Hasil Pengukuran Lebar Daun
- Lampiran 5 Foto Dokumentasi
- Lampiran 6 Bukti Konsultasi

ABSTRAK

Himami, Muhammad Rifqi. 2021. **Pengaruh Paparan LED Warna Merah dan Hijau Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae*) dengan Sistem Hidroponik Cocopeat**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen Pembimbing: (I) Dr. H. M. Tirono. M.Si (II) Erna Hastuti. M.Si

Kata Kunci: Pertumbuhan, Tanaman Kailan, Lampu LED

Jumlah penduduk Indonesia mengalami kenaikan jumlah penduduk tiap tahunnya. Semakin banyaknya penduduk maka akan semakin banyak kebutuhan pangan masyarakat. Oleh karena itu perlunya meningkatkan kualitas dan percepatan pertumbuhan produksi di bidang pertanian agar menghasilkan produk yang baik dan memiliki gizi yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh intensitas dan lama paparan cahaya LED warna merah dan hijau terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan perlakuan 2 warna paparan lampu LED (merah dan hijau), 3 perlakuan besar paparan lampu LED (10, 20, 30 Lux) dan 2 penambahan waktu paparan (4 jam dan 6 jam). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan paparan lampu LED memiliki pertumbuhan lebih cepat dibanding tanpa penambahan paparan. Penambahan paparan menggunakan intensitas 30 lux lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan batang sebesar 6,35 cm, pertumbuhan jumlah daun sebanyak 7,5 helai dan lebar daun sebesar 2,42 cm, sedangkan 20 lux lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang daun sebesar 2,65 cm. Sedangkan pengaruh lama paparan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, Penambahan 6 jam lebih berpengaruh di pertumbuhan batang sebesar 6,35cm dan jumlah daun sebanyak 7,5 helai, sedangkan penambahan 4 jam lebih berpengaruh terhadap panjang daun sebesar 2,42 cm dan lebar daun sebesar 2,65 cm. Oleh karena itu dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan LED yang paling efektif dalam pertumbuhan tanaman kailan adalah 30 lux dengan intensitas 6 jam.

ABSTRAK

Himami, Muhammad Rifqi. 2021. **Effect of Exposure to Red and Green LED on the Growth of Kailan Plants (*Brassica Oleraceae*) with the Cocopeat Hydroponic System.** Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor: (I) Dr. H. M. Tirono. M.Si (II) Erna Hastuti. M.Si

Keywords: Growth, Kailan Plant, LED Light

The population of Indonesia has increased in population every year. The more the population, the more people's food needs will be. Therefore, it is necessary to improve the quality and accelerate production growth in agriculture in order to produce good products and have high nutrition. The purpose of this study was to determine the effect of intensity and duration of exposure to red and green LED light on the growth of kailan (*Brassica oleraceae*) plants. This study used an experimental method with 2 treatments of LED light exposure (red and green), 3 large treatments of LED light exposure (10, 20, 30 Lux) and 2 additional exposure times (4 hours and 6 hours). The results of this study indicate that the addition of exposure to LED lights has a faster growth than without the addition of exposure. The addition of exposure using an intensity of 30 lux had more effect on stem growth by 6.35 cm, growth in the number of leaves as much as 7.5 sheets and leaf width of 2.42 cm, while 20 lux had more effect on leaf length growth of 2.65 cm. While the effect of exposure time affects plant growth, the addition of 6 hours has more effect on stem growth by 6.35cm and the number of leaves as much as 7.5 strands, while the addition of 4 hours has more effect on leaf length by 2.42 cm and leaf width by 2. 65 cm. Therefore, it can be concluded that the most effective addition of LED in kailan plant growth was 30 lux with an intensity of 6 hours.

المستخلص

همامي ، محمد رفقي. 2021. تأثير التعرض للضوء (LED) الأحمر والأخضر على نمو نباتات كيлян بنظام الزراعة المائية وسائط جلد جوز الهند. ,شعبة الفيزياء كلية العلوم والتكنولوجيا ، جامعة مولانا مالك إبراهيم الحكومية الإسلامية مالانج. المشرف (١) الدكتور الحج محمد تيرونو الماجستير (٢) إيرنا هاستوتي الماجستير.

كلمات البحث: نمو، نبات كيлян، ضوء LED

يزداد عدد سكان إندونيسيا كل عام. كلما زاد عدد السكان ، زادت احتياجات الناس الغذائية. لذلك ، من الضروري تحسين الجودة وتسريع نمو الإنتاج في الزراعة من أجل إنتاج منتجات جيدة وتغذية عالية. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير شدة ومدة التعرض لضوء LED الأحمر والأخضر على نمو نباتات (kailan (Brassica oleraceae). استخدمت هذه الدراسة طريقة تجريبية مع علاجين من التعرض لضوء LED (الأحمر والأخضر) ، و 3 علاجات كبيرة للتعرض لضوء LED (10 ، 20 ، 30 لوكس) و 2 مرات تعرض إضافية (4 ساعات و 6 ساعات). تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن إضافة التعرض لأضواء LED لها نمو أسرع من دون إضافة التعرض. كان لإضافة التعرض باستخدام شدة 30 لوكس تأثير أكبر على نمو الساق بمقدار 6.35 سم ، والنمو في عدد الأوراق بقدر 7.5 جدائل وعرض الورقة 2.42 سم ، بينما كان تأثير 20 لوكس أكثر على نمو طول الورقة بمقدار 2.65 سم. في حين أن تأثير وقت التعرض يؤثر على نمو النبات ، فإن إضافة 6 ساعات لها تأثير أكبر على نمو الساق بمقدار 6.35 سم وعدد الأوراق يصل إلى 7.5 ضفيرة ، بينما إضافة 4 ساعات لها تأثير أكبر على طول الورقة بمقدار 2.42 سم. وعرض الورقة بمقدار 2.65 سم. لذلك ، يمكن استنتاج أن أكثر إضافة LED فعالية في نمو نبات كيлян كانت 30 لوكس بكثافة 6 ساعات.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia memiliki jumlah penduduk yang sangat banyak. Penduduk Indonesia mengalami kenaikan jumlah penduduk tiap tahunnya. Semakin banyaknya penduduk maka akan semakin banyak kebutuhan pangan masyarakat.

Salah satu kebutuhan masyarakat adalah tumbuh-tumbuhan berupa biji-bijian, sayur-sayuran dan lain sebagainya. Tumbuh-tumbuhan dapat tumbuh melalui beberapa proses yang telah disebutkan dalam Al-Qur'an Surat Al-An'am ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا
مُتَرَكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ
انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ (٩٩)

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang kurma, mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman” (QS. Al-An'am[6]: 99).

Al-Qur'an Surat Al-An'am ayat 99 menjelaskan tentang keanekaragaman hayati dimana Allah SWT menerangkan secara biologis secara garis besar proses pertumbuhan tanaman mulai dari turunnya air yang menyirami tanah yang menjadi tempat tumbuh, oleh karena itu perlunya meningkatkan kualitas dan percepatan pertumbuhan produksi di bidang pertanian agar menghasilkan produk yang baik dan memiliki gizi yang tinggi, sehingga dapat memenuhi kebutuhan

masyarakat setempat dan dapat bersaing di pasar dalam negeri maupun luar negeri.

Salah satu tanaman yang banyak manfaatannya adalah kailan (*Brassica oleraceae L.*). Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae L.*) merupakan sayuran yang memiliki nilai ekonomis tinggi, dikarenakan daun muda dari kailan (*Brassica oleraceae L.*) memiliki rasa yang enak dan renyah (Pracaya, 2005). Kailan menunjang gizi masyarakat karena dalam 100 g Kailan yang dikonsumsi mengandung vitamin A (7540 IU), vitamin C (115 mg), Ca (62 mg), Fe (2,2 mg), energi (kalori) (35,00 kal), protein (3,00 mg), lemak (40 gram), karbohidrat (6,80 mg), serat (1,20 gram), fosfor (56,00 mg), vitamin B1 (0,10 mg), vitamin B2 (0,3 mg), vitamin B3 (0,40 mg), dan air (28,00 mg) (Irianto, 2012). Disisi lain tanaman kailan mempunyai nilai jual dan prospek yang tinggi, karena diminati masyarakat Indonesia menengah ke atas, dan banyak tersaji di berbagai restaurant (Samadi, 2013).

Adanya alih fungsi lahan pertanian menjadi gedung-gedung hingga perumahan menyebabkan sempitnya lahan pertanian. Maka dari itu perlunya rekayasa agar lahan sempit tetap meningkatkan produksi pendapatan secara ekonomis maupun keperluan hidup sehari-hari, salah satunya dengan hidroponik. Hidroponik merupakan cara bercocok tanam tanpa menggunakan media tanah, melainkan dapat menggunakan media air, arang sekam, pasir, batu bata, kerikil dll (Lingga, 2005). Sistem hidropnik merupakan modifikasi dari penanaman yang lebih intensif dengan tujuan meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi serta menjamin kontinuitas produksi tanaman (Rosliani & Sumarni, 2005).

Metode hidroponik mempunyai banyak media tanam, menurut penelitian menunjukkan bahwa pada 14 hari setelah tanam (HST) tanaman hidroponik

dengan media *cocopeat* memberikan tinggi tanaman tertinggi. Karena *cocopeat* dapat menyimpan air yang mengandung unsur hara dari alam yang diperlukan tanaman dan daya serap air yang tinggi. Menurut Rahmawati (2018) bahwa *cocopeat* mengandung unsur hara mikro yaitu tembaga (Cu) yang berfungsi berperan dalam transpor elektron pada fotosintesis dan berperan didalam pembentukan akar, seng (Zn) berfungsi sebagai pertambahan pertumbuhan akar dan pelebaran daun.

Cahaya matahari adalah *main source* atau sumber energi utama untuk tumbuhan. Khususnya bagi tumbuhan yang memiliki klorofil, dimana sinar matahari sangatlah berperan dalam proses fotosintesis pada tumbuhan. Proses fotosintesis akan optimal apabila daun yang menjadi tempat utama fotosintesis semakin lama terpapar sinar maka ukuran daun semakin besar, sedangkan jumlah daun semakin banyak jika memperoleh intensitas cahaya yang semakin tinggi (Lindawati, 2015). Intensitas cahaya merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam menanam tanaman, umumnya semakin tinggi intensitas cahaya maka akan semakin bertambah besar kecepatan fotosintesis suatu tanaman (Sugara, 2012).

Fotosintesis paling tinggi terjadi pada tengah hari yaitu dari jam 11 siang-2 siang dan akan menurun tajam jika tertutup awan, pada jam 6 sore-6 pagi malah tidak berlangsung karena tidak ada cahaya matahari (Syafriyudin.dkk, 2015). Oleh karena itu butuh pencahayaan buatan dari lampu listrik yang dapat menyala secara terus-menerus sehingga proses fotosintesis tidak terganggu. Alat bantu untuk menambah *main source* atau sumber energi utama tumbuhan dalam paparan cahaya dapat diberi lampu LED. Lampu LED ini disebut juga lampu tanaman karena tidak menyebabkan panas yang dapat merusak tanaman (Soebagio, 2012).

Lampu LED merupakan lampu pertama yang diuji coba untuk hidroponik karena memiliki panjang gelombang yang cocok untuk proses fotosintesis tanaman. Lampu ini mampu meningkatkan proses pertumbuhan tanaman sehingga memberikan produksi yang lebih optimal. Lampu LED lebih aman untuk digunakan karena tidak menggunakan lapisan kaca, tidak menghasilkan suhu tinggi, dan tidak mengandung merkuri (Morrow, 2008).

Tanaman memiliki jam biologis tertentu dalam 24 jam, tumbuhan tetap memerlukan signal lingkungan dari hariannya secara kontinue untuk mengukur waktu. Siklus gelap terang pada siang hari dan malam hari merupakan faktor jam biologi yang tidak bisa berubah secara mendadak akibat adanya perubahan pada siklus gelap terang (Runkle, 2016).

Menurut (Lindawati dkk, 2015) Lamanya penyinaran pada tanaman dapat mengoptimalkan proses fotosintesis dan besarnya intensitas dari matahari dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. maka dari itu perlunya penanaman tumbuhan dengan menggunakan cahaya matahari dan penambahan waktu fotosintesis.

Pernah dilakukan penelitian terdahulu oleh syafriyudin,dkk (2015) dengan judul “Pengaruh Variabel Warna Lampu LED Terhadap Pertumbuhan Tanaman Krisan” dengan hasil yang didapatkan bahwa lampu LED warna biru dan merah memilki pertumbuhan yang cepat dibanding lampu lain.

Menurut Bian et al., (2018) yang berjudul “*Uncovering LED light effects on plant growth: new angles and perspectives – LED light for improving plant growth, nutrition and energy-use efficiency*” menunjukkan hasil bahwa LED

berpotensi untuk meningkatkan efisiensi dalam pertumbuhan tanaman dan dapat menggantikan horikultural penerangan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dimana penambahan cahaya buatan dapat mempercepat proses fotosintesis sehingga tanaman lebih cepat berkembang maka pada penelitian ini akan dibandingkan bagaimana pengaruh penambahan cahaya buatan dengan daya lampu LED warna merah dan hijau terhadap pertumbuhan tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh intensitas cahaya LED warna merah dan hijau terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) dengan sistem hidroponik *cocopeat*?
2. Bagaimana pengaruh lama penyinaran LED warna merah dan hijau terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) dengan sistem hidroponik *cocopeat*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya LED warna merah dan hijau terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) dengan sistem hidroponik *cocopeat*.
2. Untuk mengetahui pengaruh lama penyinaran LED warna merah dan hijau terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) dengan sistem hidroponik *cocopeat*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk menambah khazanah keilmuan terkait pengaruh cahaya LED warna merah dan hijau terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) dengan sistem hidroponik *cocopeat*.
2. Untuk tinjauan pembelajaran dalam upaya pengembangan dan pemberdayaan proses peningkatan hasil panen tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian berada di Laboratorium Jurusan Fisika UIN Malang.
2. Menggunakan LED warna merah dan hijau selama 24 jam.
3. Objek penelitian adalah tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lampu LED

Light Emitting Diode (LED) adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik atau bisa diartikan sebagai dioda yang memancarkan cahaya bila dialirkan arus listrik. Lampu LED memancarkan cahaya semata-mata oleh pergerakan elektron pada material. Lampu LED terdiri dari bahan/material semikonduktor yang memancarkan gelombang cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia dan memancarkannya dalam jumlah besar (Kurniaty dkk, 2010).

Light Emitting Diode (LED) didefinisikan sebagai salah satu semikonduktor yang mengubah energi listrik menjadi cahaya. Sebagaimana dioda lainnya LED terdiri dari bahan semikonduktor P dan N. Bila sumber diberikan pada LED kutub negatif dihubungkan dengan N dan kutub positif dengan P maka lubang (*hole*) akan mengalir ke arah N dan elektron mengalir ke arah P (Muhaimin, 2001).

Cahaya pada LED adalah energi elektromagnetik yang dipancarkan dalam bagian spektrum yang dapat dilihat. Cahaya yang tampak merupakan hasil kombinasi panjang-panjang gelombang yang berbeda dari energi yang dapat terlihat, mata bereaksi melihat pada panjang-panjang gelombang energi elektromagnetik dalam daerah antara radiasi ultra violet dan infra merah. Cahaya terbentuk dari hasil pergerakan elektron pada sebuah atom. Dimana pada sebuah atom, elektron bergerak pada suatu orbit yang mengelilingi sebuah inti atom. Elektron pada orbit yang berbeda memiliki jumlah energi yang berbeda. Elektron yang berpindah dari orbit dengan tingkat energi lebih tinggi ke orbit dengan

tingkat energi lebih rendah perlu melepas energi yang dimilikinya. Energi yang dilepaskan ini merupakan bentuk dari foton sehingga menghasilkan cahaya. Semakin besar energi yang dilepaskan, semakin besar energi yang terkandung dalam foton (BEE, 2005).

Pemilihan daya lampu untuk tanaman juga sangat penting. Daya lampu yang besar akan mengeluarkan panas atau cahaya yang tinggi dan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanaman yang mendapatkan cahaya berlebih akan mengakibatkan klorofil sedikit dan hasil fotosintesis akan rendah, hal yang sama juga terjadi jika tanaman kekurangan cahaya lampu (Mukhlis, 2011).

Lampu LED juga disebut lampu solid state karena cahaya yang dipancarkan berasal dari bahan semikonduktor yang padat, bukan dari tabung hampa udara atau gas, seperti yang terdapat pada lampu pijar ataupun lampu neon. Teknologi LED mulai diperkenalkan dan diaplikasikan sejak tahun 1960-an. LED memancarkan cahaya dalam rentang yang sangat sempit dan panjang gelombang, LED juga sangat ideal untuk menghasilkan cahaya yang berwarna. Dalam keadaan normal, lampu LED mampu bertahan pada posisi menyala selama 36.000 jam sedangkan lampu neon terbaik sekalipun hanya mampu bertahan selama 6.000 jam.

Pada lampu tradisional, cahaya yang dihasilkan kurang lebih dari 82 % tidak diserap oleh tanaman dikarenakan berupa cahaya Ultraviolet dan Infrared yang tidak diperlukan dalam proses fotosintesis. Pada lampu pijar, cahaya tersebut menyebabkan kenaikan suhu sebesar 700-an di permukaan bola lampu. Panas inilah yang membuat lampu tersebut tidak boleh terlalu dekat dengan tanaman karena akan membuat daunnya berubah warna dan layu. Panas yang berasal dari

lampu tersebut juga akan membuat air yang berada di dalam tanah menguap. Panas, yang berupa 80 persen daya listrik lampu pijar yang hilang, menyebabkan lampu tersebut tidak efisien atau boros energi. Sebaliknya, lampu LED jauh lebih hemat dalam pemakaian listrik dan tidak menyebabkan panas yang dapat merusak tanaman (Soebagio, 2012).

Lampu LED untuk pertumbuhan tanaman ditemukan untuk pertama kalinya oleh perusahaan Solar Oasis pada tahun 2002 yang lalu. Sebelumnya, lampu-lampu LED hanya diproduksi untuk menghasilkan cahaya putih saja. Kini, warna cahaya sangat beraneka dan masing-masing memiliki panjang gelombang sendiri. Lampu-lampu yang digunakan sebagai lampu penumbuh tanaman memiliki panjang gelombang cahaya mulai dari 380 nm yang disebut cahaya ultraviolet, hingga 880 nm yang disebut cahaya infrared. Tanaman membutuhkan cahaya yang terlihat mata (visible light) dengan spektrum antara 400-700 nm. Lampu LED dapat memancarkan warna cahaya yang dapat memancarkan proses fotosintesis, lampu LED memiliki panjang gelombang berkisar antara 570-590 nm (Soeleman dan Donor, 2013).

2.2 Kailan

Kailan (*Brassica oleraceae*) adalah salah satu sayuran yang mirip dengan tanaman kembang kol dan sawi yang berasal dari Negara Cina. Kailan memiliki suatu gizi yang tinggi dan bermanfaat untuk kesehatan. Menurut Samadi (2013) kailan memiliki manfaat yaitu untuk menghaluskan kulit, antioksidan untuk mencegah kanker, sumber zat besi, dan mencegah infeksi. Di Indonesia sayuran kailan belum lazim dikenal oleh masyarakat pada umumnya. Konsumen utama kailan adalah restaurant, hotel, dan masyarakat Tionghoa serta kalangan

menengah keatas. Hal ini membuat nilai ekonomis dan pemasaran Kailan cukup prospektif. Budidaya tanaman kailan tidak jauh berbeda dengan budidaya dengan sayuran lainnya (Hasanah, 2013).

Budidaya tanaman kailan sangat cocok di tanah yang gembur dengan pH 5,5 - 6,5. Tanaman kailan dapat tumbuh dan beradaptasi di semua jenis tanah, baik tanah yang bertekstur ringan sampai berat (Irianto, 2008). Budidaya tanaman kailan cocok dengan curah hujan 1000 - 1500 mm per tahun. Kailan merupakan jenis sayuran yang dapat beradaptasi terhadap kekeringan maupun ketersediaan air yang terbatas (Lubis, 2010). Kelembaban tanah optimal yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman kailan berkisar antara 60% - 90%, kelembaban tanah lebih dari 90% akan berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan tanaman, kelembaban yang tinggi menyebabkan mulut daun (stomata) tertutup sehingga penyerapan karbon dioksida terganggu (Silvester dkk, 2013). Kondisi iklim yang cocok untuk kailan adalah daerah yang mempunyai suhu tanah 25° - 30°C serta penyinaran matahari antara 10 - 13 jam/hari (Suharyanto dan Sulistiawati, 2012).

Adapun cara membudidayakan tanaman kailan sebagai berikut:

1. Pengolahan Tanah

Tahap awal proses budidaya tanaman kailan yaitu persiapan lahan. Bedengan yang digunakan untuk penanaman kailan yaitu lebar 120 cm dan panjang 3 - 5 meter serta lebar drainase adalah 50 cm (Haryadi dkk., 2015). Proses pengapuran dianjurkan di lahan dengan pH yang rendah dengan Kaptan/Dolomit dengan dosis 1,5 ton/ha, pengapuran dilakukan pada waktu pengolahan tanah yaitu 3 - 4 minggu sebelum tanam (Meriyanto dkk., 2016).

2. Persemaian

Persemaian bibit dilakukan dua minggu sebelum waktu tanam dengan media tanah dan kompos, bibit yang telah berumur 14 hari setelah pembumbunan ditanam dalam lubang tanam yang telah disediakan dengan jarak tanam 30 cm x 30 cm (Amaliah, 2012). Keuntungan dengan cara menyemai antara lain dapat menghemat benih dan mengurangi kematian bibit muda sewaktu awal fase pertumbuhan maupun pada saat pindah tanam (Irianto, 2008).

3. Penanaman

Penanaman dilakukan pada bedengan yang telah disiapkan lubang tanamnya dengan kedalaman 7 – 9 cm (Puspita dkk., 2015).

4. Pemeliharaan

Pupuk yang diberikan berupa pupuk urea 130 kg/ha diberikan setelah penyiangan yaitu pada saat dua minggu setelah penanaman dengan cara dibenamkan (Suharyanto dan Sulistiawati, 2012). Nitrogen (N) merupakan salah satu unsur hara yang berperan penting untuk proses pertumbuhan vegetatif. Peranan nitrogen penting untuk pembentukan daun yang hijau segar dan mengandung serat (Nugraha, 2010). Akan dilakukan penyulaman pada saat tanaman mati paling lambat satu minggu setelah tanam (Samadi, 2013). Proses pembersihan gulma dilakukan ketika berumur dua minggu setelah tanam. Penyiraman tanaman dilakukan secara sistem irigasi, dimulai sejak awal penanaman hingga waktu panen. Pengendalian hama dan penyakit tanaman menggunakan pestisida Curacron dan Dithane M-45 (Annisava, 2013).

5. Pemanenan

Sistem panen dilakukan setelah tanaman kailan berusia 30 hari setelah pindah tanam atau 50 hari sejak dari pembibitan, berdasarkan ciri fisik tanaman kailan. Siap panen adalah berdasarkan warna daun yang sudah mulai menguning pada bagian bawah, bentuk dan ukuran daun yang sudah melebar (Gunawan dan Palupi, 2012). Pemanenan kailan dilakukan dengan cara mencabut tanaman hingga bagian akar, kemudian dibersihkan dengan cara merendam dalam air (Paeru dan Dewi, 2015).

2.2.1 Klasifikasi Tanaman Kailan

Tanaman kailan termasuk dalam Kingdom Plantae, Divisi Spermatophyta, Subdivisi Angiospermae, Kelas Dicotyledoneae, Ordo Papavorales, Famili Cruciferae (brassicaceae), Genus Brassica, spesies Brassica oleracea L. (Rukmana, 2005). Tanaman kailan adalah salah satu jenis sayuran yang termasuk dalam kelas dicotyledoneae. Tanaman kailan yang dibudidayakan umumnya tumbuh semusim (annual) ataupun dwimusim (biannual) yang berbentuk perdu. Sistem perakaran relatif dangkal, yaitu menembus kedalam tanah antara 20-30 cm.

2.2.2 Morfologi Tanaman Kailan

1. Daun

Tanaman kailan dikenal dengan daun roset yang tersusun spiral kearah pucuk cabang tak berbatang. Sebagian besar sayuran kailan memiliki ukuran daun yang lebih besar dan permukaan daun yang rata. Pada tipe tertentu daun yang tersusun secara spiral ini selalu bertumpang tindih sehingga agak mirip kelapa longgar. Daunnya panjang dan melebar seperti caisim, sedangkan

warna daun mirip dengan kembang kol berbentuk bujur telur (Darmawan, 2009).

2. Batang

Batang tanaman kailan umumnya pendek dan banyak mengandung air (herbaceous), di sekeliling batang hingga titik tumbuh terdapat tangkai daun yang bertangkai pendek.

3. Bunga

Tanaman kailan umumnya memiliki bunga berwarna kuning namun ada pula yang berwarna putih. Bunganya terdapat dalam tandan yang muncul dari ujung/tunas. Kailan berbunga sempurna dengan 6 benang sari yang empat benang sari dalam lingkaran luar bunga kailan terdapat di ujung batang, kepala bunga berukuran kecil, mirip dengan bunga pada brokoli.

4. Biji

Buah - buahan kailan berbentuk polong, panjang dan ramping berisi biji. Biji-bijinya bulat kecil berwarna coklat sampai kehitam-hitaman. Biji-biji inilah yang digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman, biji kailan melekat pada kedua sisi sekat bilik yang membagi buah menjadi dua bagian (Sunarjono, 2004).

5. Akar

Sistem perakaran tanaman kailan relatif dangkal yakni menembus kedalaman tanah antara 20 – 30 cm, mempunyai jenis akar tunggang dengan cabang-cabang akar yang kokoh. Cabang akar (akar sekunder) tumbuh dan menghasilkan akar tersier yang akan berfungsi menyerap unsur hara dari dalam tanah (Darmawan, 2009).

2.3 Cahaya

Cahaya sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Sumber cahaya paling utama di bumi adalah matahari. Beberapa ahli di bidang fisika telah meneliti tentang cahaya untuk mengetahui karakteristik dan sifat dari cahaya. Mengenai cahaya ada dua pendapat, yaitu cahaya dianggap sebagai gelombang dan cahaya dianggap sebagai partikel, karena cahaya merupakan gelombang elektromagnetik yang dalam kondisi tertentu dapat berkelakuan seperti partikel. Gelombang elektromagnetik tidak memerlukan medium untuk merambat. Oleh karena itu, sinar matahari dapat sampai ke bumi dan memberi kehidupan di dalamnya. Cahaya dapat merambat dengan kecepatan 3×10^8 m/s, dimana dalam satu detik cahaya dapat merambat dengan kecepatan 300.000.000 m atau 300.000 km (Sunardi, 2012).

Dalam al-Qur'an telah di jelaskan tentang cahaya yaitu pada QS. An-Nur[24]: 35 yang berbunyi:

﴿اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ مِثْلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ (٣٥)﴾

Artinya: “Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus, yang di dalamnya ada Pelita besar. Pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya), yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah membimbing kepada cahayaNya siapa yang dia kehendaki, dan Allah memperbuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha mengetahui segala sesuatu” (QS. An-Nur[24]: 35).

Ayat ini menerangkan bahwa Allah telah memberikan cahaya kepada langit dan bumi dan semua yang ada pada keduanya. Seperti yang dikatakan (Al-Qarni,

2007) dalam tafsir Al-Muyassar terdapat lafadh “*Allahu nurussamawati wal ‘ardh yudabbirul amro fiihima wa yahdii ahlihima*” yang artinya Allah menjadikan terang langit dan bumi. Dia mengatur materi di dalamnya (langit dan bumi) dan membimbing (memberi petunjuk) mereka (penghuni bumi dan langit). Dalam tafsir tersebut Allah memberikan perumpamaan bagi cahaya-Nya dengan cahaya Matahari dan bintang sebagai sumber cahaya yang ada di langit dan cahaya sebuah lampu yang ada di bumi. Sedangkan dalam tafsir Al-Misbah disebutkan bahwa lafadh “*Al-Misbah*” diartikan sumbu yang dinyalakan (Al-Mahally,1990) karena pada zaman dahulu lampu berasal dari sumbu, hal ini lampu dapat diartikan sebagai sumber cahaya, karena sebagai alat penerangan.

Sedangkan Kalimat “*Kamisykatin Fih Misbâh*” yang artinya seperti lubang yang tidak tembus, yang didalamnya pelita besar seolah menggambarkan anatomi matahari atau bintang. Sumber cahaya matahari berasal dari inti matahari. Di bagian ini terjadi reaksi termonuklir inti-inti hidrogen. Selain itu kalimat al-Misbâhu fi Zujâjah; az-Zujâjatu Ka“annahâ Kaukabun Durriy yang artinya pelita itu didalam tabung kaca dan tabung kaca itu bagaikan bintang yang berkilauan. Pelita atau inti matahari itu berada di dalam kaca. Kaca sepertinya diibaratkan sebagai lapisan zona konvektif yang berfungsi menyebarkan panas dari hasil reaksi termonuklir di inti matahari kesemua bagian tubuh matahari, sehingga matahari terlihat berkilau. Ibarat fungsi kaca yang melingkupi pelita (misalkan: lampu minyak); ia menyebarkan panas sehingga kaca itu terlihat terang bercahaya. Seperti az-Zujâjah, berfungsi menyebarkan panas atau cahaya secara merata sehingga bintang terlihat berkilau layaknya mutiara (Kementrian Agama RI, 2016).

Allah juga memberikan perumpamaan dengan cahaya yang dapat menembus lapisan-lapisan yang ada di depannya dan dapat dilihat dan dirasakan oleh makhluk hidup. Secara teori, gelombang cahaya, cahaya merambat dengan rambatan lurus tanpa memerlukan medium. Ternyata perumpamaan ini bersifat indrawi dan tidak nyata dan memaparkannya bagi manusia untuk memudahkan mereka memahami hal-hal yang abstrak. Perumpamaan ini sangat sinkron dengan QS. An-Nur ayat 24, yakni petunjuk yang disampaikan oleh Allah SWT kepada seorang hamba adalah seperti cahaya yang merambat lurus. Allah SWT tidak membutuhkan perantara, perumpamaan petunjuk sangat cocok dengan cahaya karena cahaya tidak butuh medium untuk merambat dan Allah Maha mengetahui segala sesuatu.

Matahari merupakan sumber energi terbesar di alam semesta. Energi matahari diradiasikan ke segala arah dan hanya sebagian kecil saja yang diterima bumi. Energi matahari yang dipancarkan ke bumi berupa energi radiasi. Disebut radiasi dikarenakan aliran energi matahari menuju ke bumi tidak membutuhkan medium untuk mentransmisikannya. Energi matahari yang jatuh ke permukaan bumi berbentuk gelombang elektromagnetik yang menjalar dengan kecepatan cahaya. Panjang gelombang radiasi matahari sangat pendek dan biasanya dinyatakan dalam mikron (Tjasjono, 1995).

Cahaya matahari adalah sumber energi utama bagi kehidupan seluruh makhluk hidup di dunia. Bagi manusia, hewan, dan tumbuhan, cahaya matahari adalah penerang dunia ini. Selain itu, bagi tumbuhan khususnya yang berklorofil cahaya matahari sangat menentukan proses fotosintesis. Kekurangan cahaya matahari akan mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan, meskipun

kebutuhan cahaya tergantung pada jenis tumbuhan. Seperti teori yang sudah ada, tumbuhan yang mengalami kekurangan cahaya saat perkembangan berlangsung akan menimbulkan gejala etiolasi, dimana batang kecambah akan tumbuh lebih cepat namun lemah dan daunnya berukuran kecil, tipis dan berwarna pucat (tidak hijau). Semua ini terjadi dikarenakan tidak adanya cahaya sehingga dapat memaksimalkan fungsi auksin untuk penunjang sel-sel tumbuhan sebaliknya, tumbuhan yang tumbuh ditempat terang menyebabkan tumbuhan-tumbuhan tumbuh lebih lambat dengan kondisi relatif pendek, daun berkembang, lebih lebar, lebih hijau, tampak lebih segar dan batang kecambah lebih kokoh (Erniyanti, 2016).

Pengaruh cahaya juga berbeda pada setiap jenis tanaman. Tanaman C4, C3 dan CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*) memiliki reaksi fisiologi yang berbeda terhadap pengaruh intensitas, kualitas dan lama penyinaran oleh sinar matahari (Onrizal, 2009). Selain itu, setiap jenis tanaman memiliki sifat yang berbeda dalam hal fotoperiodisme, yaitu lamanya penyinaran dalam satu hari yang diterima tanaman. Perbedaan respon tumbuhan terhadap lama penyinaran atau disebut fotoperiodisme, menjadikan tanaman dikelompokkan menjadi tanaman hari netral, tanaman hari panjang, dan tanaman hari pendek.

2.3.1 Kuantitas Cahaya

Walaupun sifat-sifat yang di bawa oleh ke dua sifat cahaya tersebut yaitu sifat gelombang dan sifat foton yang dapat berbentuk paket-energi yang sebanding dengan frekwensinya, maka yang sangat penting bagi respon terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman sebagai energy cahaya dan energi panas. Intensitas cahaya matahari (jumlah cahaya) yang diterima pada

permukaan bumi di tentukan oleh letak lintang dan musim. Lintang yang berhubungan langsung dengan sudut datangnya sinar matahari terhadap permukaan bumi. Sudut datang matahari berhubungan langsung dengan musim, terutama kemiringan (slope), dan topografi bumi (Arifin. 1989) Selanjutnya Arifin (1989) memberikan uraian tentang jumlah energi matahari yang diterima langsung pada permukaan bumi maupun pada lapisan luar atmosfer yang dibedakan atas derajat lintang dan kedudukan matahari yang dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2.1 Radiasi yang Sampai pada Batas Luar Atmosfer

Lintang tempat/ bulan	Waktu						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-90
21-Des	0,549	0,465	0,273	0,273	0,173	0,079	0,006
21-Mar	0,619	0,601	0,563	0,509	0,441	0,358	0,211
21-Jun	0,57	0,729	0,664	0,684	0,689	0,683	0,703
23-Sep	0,61	0,592	0,556	0,503	0,435	0,353	0,208

Tabel 2.2 Radiasi yang Sampai pada Batas Dalam Atmosfer

Lintang tempat/ bulan	Waktu						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-90
21-Des	0,164	0,161	0,135	0,083	0,036	0,013	0,001
21-Mar	0,191	0,224	0,206	0,161	0,166	0,096	0,055
21-Jun	0,144	0,170	0,216	0,162	0,183	0,139	0,133
23-Sep	0,170	0,162	0,201	0,127	0,131	0,079	0,028

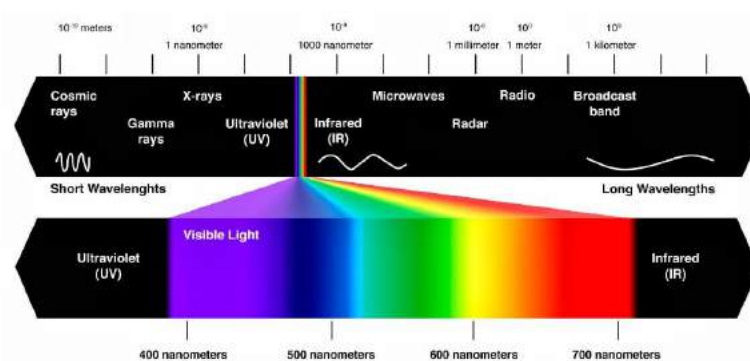
2.3.2 Spektrum Cahaya

Pada tahun 1873, J. C. Maxwell secara teori menjabarkan kemungkinan adanya gelombang elektromagnetik di alam yang menjalar dengan kecepatan sebesar kecepatan cahaya. Kemudian secara eksperimen Heinrich Hertz pada tahun 1888, dengan memakai osilasi dipol listrik, berhasil memperoleh

gelombang elektromagnetik, yakni gelombang mikro, yang ternyata dapat dipantulkan, dibiaskan, difokuskan dengan lensa dan seterusnya sebagaimana lazimnya cahaya. Sejak itu, cahaya diyakini sebagai gelombang elektromagnetik transversal. Yang dimaksud dengan gelombang elektromagnetik ialah gelombang medan listrik dan kuat medan magnet di setiap titik yang dilalui gelombang elektromagnetik itu berubah-ubah terhadap waktu secara periodis dan perubahan itu di jalankan sepanjang arah menjalarnya gelombang (Soedjo, 2004).

Cahaya merupakan sebagian dari gelombang elektromagnetik yang dapat dilihat mata dengan komponennya yaitu cahaya merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. Panjang gelombang cahaya berada pada kisaran antara $0,2 \mu\text{m}$ sampai dengan $0,5 \mu\text{m}$, yang bersesuaian dengan frekuensi antara 6×10^{15} Hz hingga 20×10^{15} Hz (Bambang dan Priyambodo, 2010).

Warna cahaya berhubungan dengan panjang gelombang atau frekuensi cahaya tersebut. Cahaya tampak yaitu cahaya yang sensitif pada mata kita jatuh pada kisaran 400 nm sampai 750 nm. Kisaran ini dikenal sebagai spektrum tampak, dan di dalamnya terdapat warna ungu sampai merah (Giancoli, 2001).



Gambar 2.1 Rentang Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Spektrum gelombang elektromagnetik meliputi gelombang radio dan televisi, gelombang mikro, gelombang inframerah, gelombang tampak (*visible light*), gelombang ultraviolet, sinar X dan sinar gamma. Dari spektrum gelombang elektromagnetik tersebut hanya bagian yang sangat kecil yang dapat ditangkap oleh indera penglihatan yaitu cahaya tampak (*visible light*). Pada gambar 2.1 dapat dilihat perbedaan panjang gelombang dan frekuensi dari cahaya tampak menimbulkan warna yang berbeda yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu yang disebut spektrum tampak. Daya tembus dari setiap spektrum tampak tersebut pada pada kolom air yang sama adalah berbeda-beda (Nybakken, 1988).

Menurut, Wang & Ray (1984) menyatakan bahwa respon tanaman terhadap spectrum radiasi adalah sebagai berikut. Radiasi dengan $\lambda < 0.25$ micron mempunyai efek mematikan. Mendekati $\lambda = 0.30$ micron mempunyai efek terapeutik. Pada kenyataannya, radiasi $\lambda < 0,3$ micron tidak pernah teramati dipermukaan bumi. Cahaya dengan $\lambda = 0,30 - 0,55$ dan $0,70 - 1,0$ micron mempunyai efek fotoperiodik. Proses fotosintesis paling aktif terjadi pada $\lambda = 0,40 - 0,69$ micron, dimana klorofil menyerap sebagian besar cahaya dengan $\lambda = 0,40 - 0,77$ micron. Panjang gelombang di atas $\lambda = 0,77$ micron adalah spektrum infra merah, dimana dapat meningkatkan respirasi dan mendominasi efek termal.

Proses fisik yang terjadi pada masing-masing panjang gelombang dapat diterangkan sebagai berikut. Sebagian besar cahaya ultra violet (UV) tersaring oleh uap air dan molekul ozon yang ada di atmosfer. Pada λ antara 400-700 nm terjadi penyerapan kuanta. Dalam proses ini, terjadi reaksi fotokimia yang disertai dengan pelepasan energi termal sehingga memanaskan jaringan.

Molekul tertentu yang mampu secara selektif menyerap radiasi pada gelombang tertentu disebut pigmen. Spektrum dengan $\lambda < 400$ nm, kandungan energi kuantum cukup tinggi sehingga saat diserap oleh suatu molekul akan tersedia cukup energi yang diteruskan ke suatu elektron dan molekul tersebut menjadi bermuatan listrik menghasilkan radikal yang sangat reaktif yang secara biologis umumnya bersifat merusak. Sebagai misal, ikatan kimia dalam sel kulit manusia dapat diputuskan oleh energi foton 3,5eV. Panjang gelombang untuk menghasilkan energi ini adalah 355 nm, termasuk dalam cahaya ultra violet yang dapat membakar kulit manusia. Spektrum dengan $\lambda > 700$ nm, kuantum diserap oleh molekul. Energi serapan tersebut meningkatkan energi translasional dan getaran dari molekul yang termanifestasi oleh adanya kenaikan suhu dari materi penyerap radiasi tersebut.

2.3.3 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah besaran pokok fisika digunakan mengukur daya yang dipancarkan oleh sumber cahaya pada arah tertentu per satuan sudut. Satuan SI dari intensitas cahaya adalah Candela (Cd). Terdapat dua jenis ukuran yang saling berhubungan dengan intensitas cahaya (Muhaimin, 2001):

1. Lux (lx), satuan intensitas pada suatu titik.
2. Lumen (lm), satuan jumlah keluaran dari sumber cahaya.

Fluks cahaya (Φ) dan sudut ruang mempunyai hubungan yang dapat didefinisikan dengan persamaan (Fredrick et al., 2006):

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \dots \text{lm/sr} \quad (2.1)$$

Dengan I adalah intensitas cahaya (cd), Φ adalah fluks atau arus cahaya (lm = lumen), dan ω adalah sudut ruang (sr). Dari persamaan (2.1) bahwa sudut ruang

berbanding lurus dengan fluks, dan berbanding terbalik dengan intensitas cahaya. Besarnya intensitas cahaya dari sumber cahaya tetap, meskipun dipancarkan terpusat ataupun menyebar (Fredrick et al., 2006).

Selanjutnya hubungan intensitas cahaya (I) dengan kuat penerangan (E) terhadap suatu titik dapat dinyatakan dengan persamaan (Fredrick et al., 2006):

$$E = \frac{\Phi}{A} \dots \text{Lux} \quad (2.2)$$

Jadi fluks cahaya yang diperlukan untuk bidang kerja seluas A m² ialah:

$$\Phi = E \cdot dA \quad (2.3)$$

Karena E dan dA sejajar sehingga dituliskan:

$$\Phi = \int E \cdot dA \quad (2.4)$$

$$\Phi = E \int dA \quad (2.5)$$

$$\Phi = EA \quad (2.6)$$

Sehingga dihasilkan persamaan seperti 2.2:

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (2.7)$$

Dimana E adalah kuat penerangan (lux), A adalah luas permukaan yang mendapat penerangan (m²) dan Φ = fluks atau arus cahaya (lm = lumen).

Hubungan kuat penerangan terhadap intensitas cahaya dinyatakan dengan:

$$E = \frac{I}{r^2} \dots \text{lx} \quad (2.8)$$

Dimana I adalah intensitas cahaya (cd), r adalah jarak sumber penerangan ke titik pengukuran (m²). Substitusi persamaan 2.2 ke persamaan 2.8, sehingga diperoleh:

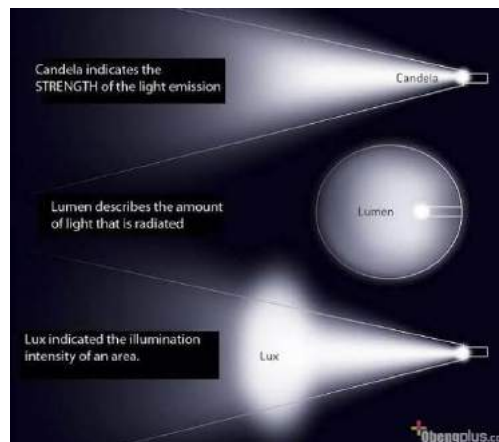
$$\frac{\Phi}{A} = \frac{I}{r^2} \quad (2.10)$$

$$I = \frac{\Phi r^2}{A} \quad (2.11)$$

Jika $\omega = \frac{A}{r^2}$ maka di dapatkan rumus intensitas cahaya seperti persamaan 2.1

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \dots \text{lm/sr} \quad (2.12)$$

Intensitas cahaya erat hubungannya dengan hukum kuadrat terbalik, yaitu hubungan antara intensitas cahaya dengan sumber cahaya dan jarak. Ini berarti intensitas cahaya bervariasi tergantung jarak penampang dengan sumber cahaya (Ryer, 1998).



Gambar 2.2 Intensitas Cahaya (*Illuminance*)

Pada gambar 2.2, bola lampu menghasilkan 1 kandela. Kandela adalah unit dasar pengukuran cahaya. Juga bisa didefinisikan 1 kandela sumber cahaya memancarkan 1 lumen per steradian ke segala arah. Steradian adalah sudut padat (*solid angle*) yang didapat dari inti bola yang memotong sebuah area persegi pada titik radiusnya. Nilai steradian pada sebuah sinar sama dengan proyeksi area dibagi kuadrat jarak (Ryer, 1998).

2.3.4 Karakteristik Cahaya

Cahaya dipancarkan dari suatu benda dengan fenomena sebagai berikut:

1. Pijar padat dan cair, memancarkan radiasi yang dapat dilihat bila dipanaskan sampai suhu 1000 K. Intensitas meningkat dan penampakan menjadi semakin putih jika suhu naik.

2. Muatan listrik, jika arus listrik dilewatkan melalui gas maka atom dan molekul memancarkan radiasi dimana spektrum merupakan karakteristik dari elemen yang ada.
3. Elektro *luminescence*, cahaya dihasilkan jika arus listrik dilewatkan melalui padatan tertentu seperti semikonduktor atau bahan yang mengandung fosfor.

Photoluminescence, radiasi pada salah satu panjang gelombang diserap, biasanya oleh suatu padatan dan dipancarkan kembali pada berbagai panjang gelombang. Bila radiasi yang dipancarkan kembali tersebut merupakan fenomena yang dapat terlihat maka radiasi tersebut disebut *fluorescence* atau *photoluminescence* (Fitter dan Hay, 1991).

Cahaya juga dapat diartikan sebagai gelombang elektromagnetik, radiasi matahari mempunyai dua sifat yaitu sifat gelombang dan sifat partikel. Sifat gelombang lebih menonjol dalam kondisi vakum. Tetapi pada saat gelombang tersebut berinteraksi dengan atom atau molekul, maka gelombang tersebut berperilaku seperti berkas korpuskul (benda kecil) yang dinamai foton (photon) atau kuantum cahaya (quanta) (Jones, 1986).

Energi (E) suatu foton ditentukan oleh panjang gelombang (λ) atau frekuensi (f) sesuai persamaan:

$$E = hf = hc / \lambda \quad (2.13)$$

Dimana, $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s (konstanta Plank) dan $c = 3 \times 10^8$ m.s⁻¹ (kecepatan cahaya).

Matahari memiliki suhu permukaan sekitar 6000 K, memancarkan energi yang terkonsentrasi pada gelombang antara 0,3 – 3 micron (Monteith 1973,

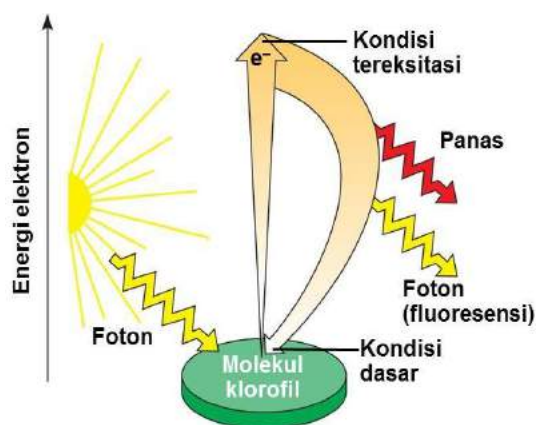
Chang 1968). 14 Jumlah energi maksimum per unit panjang gelombang terjadi pada $\lambda = 0,48$ micron sesuai dengan hukum Wein ($\lambda_m = 2897/6000$). Integrasi dari seluruh spektrum radiasi matahari memberikan nilai kerapatan fluks radiasi sebesar 74 juta W m⁻² (dapat didekati dengan persamaan Stefan – Boltzmann), dan T (suhu permukaan matahari) = 6000 K. Setelah menempuh jarak 150 juta km menuju bumi dengan waktu tempuh sekitar 8 menit, akan diperoleh nilai kerapatan fluks radiasi matahari yang sampai puncak atmosfer sebesar 1360 W m⁻². Pada saat melalui atmosfer, radiasi matahari akan mengalami proses refleksi (R) dan absorpsi (A) akibat adanya awan, debu, uap air, dan molekul udara sehingga jumlah yang benar-benar ditransmisi (T) mencapai permukaan bumi dalam bentuk radiasi global (I_0) yaitu gabungan radiasi langsung (direct) dan baur (diffuse) akan lebih kecil dari nilai 1360 W m⁻².

Wang & Ray (1984) memperkirakan bahwa nilai R, A dan T berturut-turut adalah 29,6%, 17% dan 53,4%. Sebagian dari T akan direfleksikan kembali sebesar 6,1% (albedo bumi) dan yang 47,3% sisanya diserap oleh permukaan bumi yang digunakan untuk proses pemanasan air dan daratan, dan tentunya udara atmosfer melalui proses konveksi. Angka yang ditunjukkan disini adalah estimasi umum sedangkan nilai sebenarnya untuk waktu tertentu tergantung pada kondisi *actual* atmosfer.

2.4 Interaksi Cahaya Terhadap Tanaman Kailan

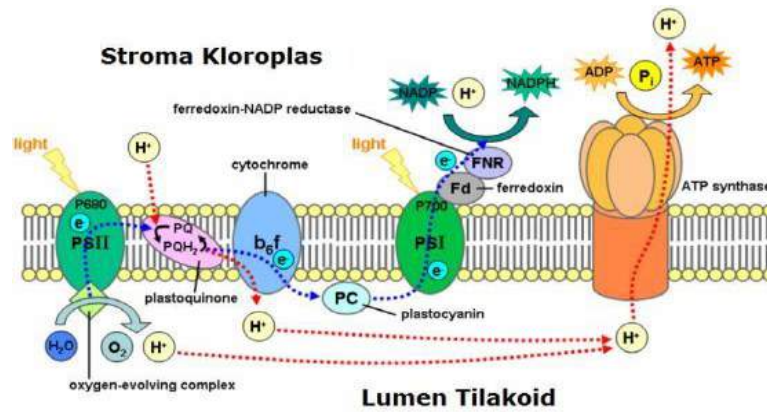
Menurut Kartika, dkk (2017) menyatakan bahwa interaksi yang terjadi pada pertumbuhan tanaman selain disebabkan oleh adanya perbedaan panjang gelombang cahaya, disebabkan pula oleh pigmen warna pada masing-masing mahkota bunga. Ketika cahaya dengan berbagai panjang gelombang mengenai

sebuah tumbuhan, maka molekul klorofil akan menyerap foton (partikel-partikel cahaya) yang kemudian menyebabkan transisi molekul klorofil dari kondisi dasar (*ground state*) ke kondisi tereksitasi (*excited state*). Kemudian foton mendorong elektron ke suatu orbital tempat elektron tersebut memiliki lebih banyak energipotensial. Kemudian apabila molekul yang disinari berada dalam kondisi terisolasi, maka elektron yang tereksitasi akan segera jatuh kembali ke orbital kondisi dasar (*ground state*), dan adapun kelebihan energinya akan dilepaskan sebagai panas dan fluoresensi (cahaya) (Campbell, 2010).



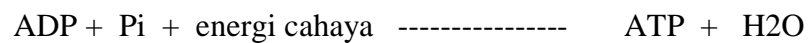
Gambar 2.3 Eksitasi Klorofil Terisolasi Cahaya

Kemudian terjadi proses fotosintesis, dimana pada proses fotosintesis energi matahari (dalam bentuk foton) ditangkap dan diubah menjadi energi kimia (ATP dan NADPH). Proses tersebut terjadi pada tumbuhan berklorofil, tepatnya pada jaringan tiang atau palisade dan bunga karang, proses ini terjadi di dalam sebuah organel yaitu kloroplas. Proses ini hanya dapat terjadi pada saat ada cahaya. Cahaya itu dapat berupa cahaya matahari maupun cahaya lampu. Adapun proses fotosintesis yang terjadi di kloroplas terdiri dari 2 reaksi, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap (Campbell, 2008).



Gambar 2.4 Proses Reaksi Terang

Pada proses fotosintesis pengikatan energi cahaya berlangsung di saat terjadi asimilasi fosfat yaitu sebagai berikut;



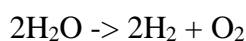
Terlihat bahwa *adenosin diphosphate* (ADP) pada sel khlorofil setelah memperoleh cahaya cukup akan mengikat ion fosfat (Pi) untuk membentuk adenosin triphosphate (ATP) sebagai persenyawaan fosfat yang sangat tinggi kandungan energi kimianya. Pada saatnya nanti tubuh tanaman memerlukan energi dan sebagian ATP akan dibakar dan diurai kembali menjadi ADP pada proses respirasi. Dari proses kebalikan fotosintesis tersebut dihasilkan energi (energi kimia). Penurunan intensitas cahaya, khususnya spektrum biru menyebabkan turunnya kadar ATP dan NADPH₂ (*dihidroxy nikotin amide dinucleotide phosphate*) sehingga laju fotosintesis berkurang. Di siang hari terik dan langit bersih di waktu musim kemarau intensitas cahaya matahari dapat mendekati jumlah 10.000 ft.c (*foot candle*) tetapi hanya 25 – 30 % yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman (pada umumnya) sesuai dengan tingkat kejenuha cahaya. Kadangkala dapat mencapai 60%. Hanya daun paling luar dari tajuk suatu tanaman yang dapat mencapai jenuh cahaya, sedangkan lapisan daun sebelah dalam / bawah hanya dapat menggunakan cahaya dalam jumlah semakin kecil

karena terlindung. Pada tingkat cahaya jenuh penambahan intensitas cahaya tidak meningkatkan intensitas fotosintesis. Tingkat kejenuhan cahaya beberapa kultivar tanaman dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spektrum Radiasi Matahari dan Pengaruhnya pada Tumbuhan

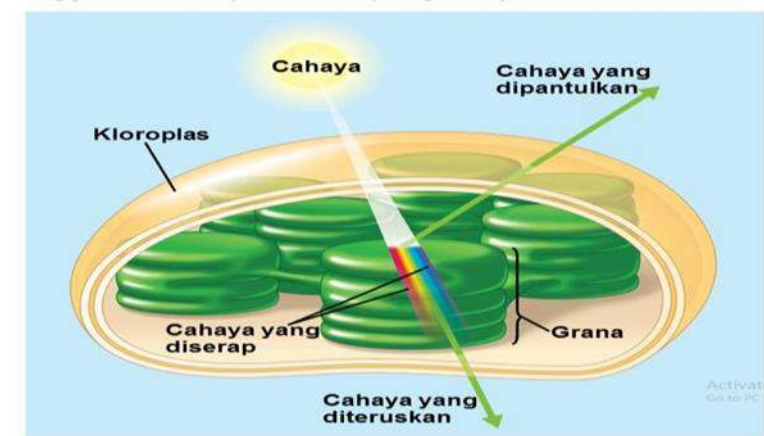
No. Pita	Nama Spektrum	Panjang Gelombang (micron)	Pengaruh pada Tumbuhan
I.	Infra Merah	> 1.00	<ul style="list-style-type: none"> • Diserap dan diubah tumbuhan menjadi panas sensible. • Tidak mempengaruhi proses biokimia.
II.	Merah Jauh (far red)	0.72 – 1.00	<ul style="list-style-type: none"> • Pemanjangan batang dan organ lainnya. • Mempengaruhi fotoperiodisme, perkecambahan, pembungaan dan pewarnaan buah.
III.	Merah	0.61 – 0.72	<ul style="list-style-type: none"> • Sebagian besar diserap klorofil untuk fotosintesis • Mempengaruhi fotoperiodisme
IV.	Hijau dan kuning	0.51 – 0.61	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaruhnya lemah, terhadap Fotosintesis maupun aktifitas pembentukan sel
V.	Biru	0.41 – 0.51	<ul style="list-style-type: none"> • Spektrum yang terkuat penyerapannya oleh klorofil • Terkuat pengaruhnya pada fotosintesis dan pembentukan organ, khususnya pada spectrum violet-datar biru.
VI.	Ultraviolet	0.315 – 0.41	<ul style="list-style-type: none"> • Mempengaruhi pembentukan organ daun menjadi lebih sempit dan tebal
VII.	Ultraviolet	0,280 – 0.315	<ul style="list-style-type: none"> • Merusak sel tumbuhan
VIII.	Ultraviolet	< 0.280	<ul style="list-style-type: none"> • Mematikan sel tumbuhan dengan cepat • Membunuh jasad renik

Reaksi terang adalah reaksi untuk menghasilkan ATP dan reduksi NADPH₂. Reaksi terang disebut juga fotolisis air, reaksi yang terjadi yaitu (Campbell, 2008):



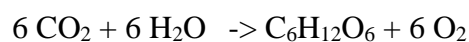
Reaksi ini memerlukan molekul air dan cahaya matahari. Proses diawali oleh penangkapan foton oleh pigmen sebagai antenna. Reaksi terang melibatkan 2 fotosistem yang saling bekerja sama yaitu fotosistem I dan II. Fotosistem I (PS I) berisi pusat reaksi P700 yang berarti bahwa fotosistem ini optimal menyerap cahaya pada panjang gelombang 700 nm. Sedangkan fotosistem II (PS II) berisi pusat reaksi P680 dan optimal menyerap cahaya pada panjang gelombang 680 nm. Mekanisme reaksi terang diawali dengan tahap dimana fotosistem II menyerap cahaya matahari, sehingga elektron klorofil pada PS II tereksitasi dan menyebabkan muatan menjadi tidak stabil. Untuk menstabilkan kembali PS II akan mengambil elektron dari molekul H₂O yang ada disekitarnya. Molekul air akan dipecahkan oleh ion mangan (Mn) yang bertindak sebagai enzim, hal ini akan mengakibatkan pelepasan H⁺ dilumen tilokoid. Prosesnya diawali dengan penangkapan foton (partikel cahaya) oleh pigmen. Zat yang menyerap cahaya tampak dikenal sebagai pigmen (Campbell, 2010).

Pigmen adalah zat yang menyerap cahaya tampak. Pigmen yang berbeda akan menyerap cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda pula. Pigmen fotosintetik ketika cahaya mengenai permukaan materi, maka cahaya itu mungkin dipantulkan, diteruskan, atau diserap (diabsorpsi). Suatu pigmen diterangi dengan cahaya putih, warna yang kita lihat ialah warna yang dipantulkan atau diteruskan oleh pigmen itu. Daun terlihat hijau karena klorofil menyerap cahaya violet-biru dan merah sambil meneruskan dan memantulkan cahaya hijau (Campbell, 2010).

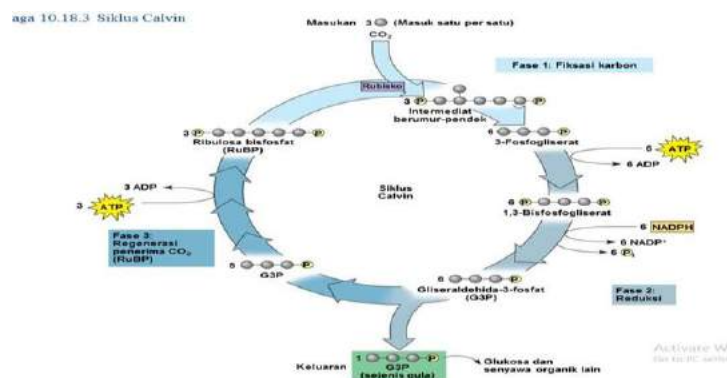


Gambar 2.5 Interaksi Cahaya dengan Kloroplas

Reaksi gelap terjadi di stroma. Reaksi gelap adalah perubahan karbon dioksida menjadi glukosa, reaksi kimia yang terjadi yaitu (Campbell, 2008):



Reaksi Gelap pada tumbuhan dapat terjadi melalui dua jalur, yaitu siklus *Calvin- Benson* dan jalur *Hatch-slack*. Pada siklus *Calvin-Banson* tumbuhan mengubah senyawa *ribulosa-1,5-bisfosfat* (RuBP, senyawa dengan 5 atom C) dan molekul karbondioksida menjadi 2 senyawa *3-fosfoglisarat* (PGA), oleh karena PGA memiliki 3 atom karbon tumbuhan yang menjalankan reaksi gelap melalui jalur ini dinamakan tumbuhan C3 penambatan CO₂ sebagai sumber karbon. Pada tumbuhan ini dibantu oleh enzim *Rubisco*, yang merupakan enzim alami yang paling melimpah di bumi. Tumbuhan yang reaksi gelapnya mengikuti jalur *Hatch-slack* disebut tumbuhan C4, karena senyawa pertama yang terbentuk setelah penambatan CO₂ adalah asam *aksaloasetat* yang memiliki 4 atom karbon. Enzim yang berperan adalah *fosfoenolpirofat karboksilase*. Dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Siklus Calvin

Reaksi terang apabila digabungkan dengan reaksi gelap maka akan didapatkan suatu reaksi (Dwidjoseputro, 1989):



Atau



Jika reaksi ini dikalikan 6 maka akan diperoleh :



Cahaya dapat mempengaruhi perkembangan tumbuhan secara invitro dan invivo. Keadaan suatu kultur dipengaruhi oleh fotoperioditas, kualitas dan intensitas cahaya. Cahaya mempengaruhi pengaturan produksi bahan metabolit dalam kultur jaringan, termasuk metabolit primer seperti enzim, karbohidrat, lipida dan asam amino sedangkan metabolit sekunder seperti antosionin, flavonol dan karotenoid (Nirwan, 2007).

Intensitas cahaya yang baik berasal dari lampu *fluorescent* adalah antara 100-4 ft-c (1.000-4.000 lux). Gunawan (1992), menyatakan bahwa pengaruh penyiaran dalam pertumbuhan asparagus, gerbera dan *saxifrage* secara invitro yang terbaik adalah 1000 ft-c untuk multiplikasi tunas dan 300-1.000 ft-c untuk perakaran tunas. Intensitas cahaya diatur dengan menempatkan jumlah lampu

dengan kekuatan tertentu pada jarak antara 40-50 cm dari kultur, untuk luas area tertentu.

Cahaya berperan utama dalam proses fotosintesis melalui fitokrom. Fitokrom merupakan penerima cahaya yang paling efektif dalam mengendalikan proses morfogenesis tanaman dibandingkan dengan yang lain. Fitokrom ini dapat mendeteksi gelombang cahaya dari 300-800 nm dengan sensitifitas maksimum pada cahaya merah (R, 600-700 nm dengan puncak penyerapan pada 660 nm) dan merah jauh (FR, 700-800 nm dengan puncak penyerapan pada 730 nm). Fitokrom sangat respon terhadap perubahan panjang gelombang merah (R) dan merah jauh (FR) dari spektrum cahaya tersebut. Fitokrom berada pada dua bentuk cahaya yang dapat berubah yaitu FR aktif dan R yang tidak aktif. Sinar merah jauh (FR) tidak efisien untuk fotosintesis, sehingga membutuhkan penambahan cahaya dengan panjang gelombang yang lebih rendah agar lebih efisien (Lingga, 2011).

Tanaman yang tumbuh di tempat gelap akan mengalami pelambatan perkembangan daun. Sebaliknya, tanaman di tempat gelap akan tumbuh dengan diameter lebih kecil dan warnanya pucat. Untuk diketahui, sinar pancaran sinar matahari juga sangat mempengaruhi warna-warni dedaun tanaman.

Fotomorfogenesis adalah istilah yang digunakan untuk tanggapan tanaman terhadap rangsang cahaya, yang arah dan waktunya tidak spesifik. Pemanjangan batang tanaman yang tumbuh di tempat yang gelap adalah akibat fotomorfogenesis yang dikenal sebagai etiolasi.

Pemanjangan sel-sel batang yang berlebihan disebabkan oleh ketidaknormalan tingginya kandungan auksin dan etilen (hormon-hormon pengatur pertumbuhan tanaman).

Sedangkan, warna pucat pada batang yang ditumbuhkan di tempat yang gelap disebabkan oleh kekurangan kloroplas. Kloroplas adalah struktur sel yang berkembang dari struktur sel yang kecil, tidak berwarna yang disebut proplastid.

Dengan adanya cahaya, proplastid yang tidak berwarna berkembang menjadi kloroplas yang berwarna hijau. Warna hijau adalah hasil dari perkembangan pigmen warna hijau (klorofil) dalam kloroplas.

Klorofil adalah molekul yang peka cahaya yang diperlukan untuk melaksanakan fotosintesis (yang dirangsang oleh cahaya, reaksi yang menghasilkan energi). Dalam keadaan tidak ada cahaya, proplastid tidak berkembang menjadi kloroplas, sehingga menyebabkan warna tanaman menjadi pucat. Cahaya juga mempengaruhi pembentukan bermacam-macam hormon pertumbuhan dalam sel tanaman yang tumbuh di tempat yang terang.

Kandungan hormon yang rendah menyebabkan sel-sel berkurang panjangnya. Sehingga tanaman yang ditumbuhkan di tempat yang terang mempunyai batang pendek dan tebal dibandingkan dengan batang yang ditumbuhkan di tempat gelap.

Hal ini membuat tanaman kailan tentunya akan mengalami pertumbuhan yang baik ketika diberi cahaya karena tanaman mengalami rangsangan terhadap hormon-hormon pertumbuhan dalam sel tanaman kailan sendiri.

2.5 Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Setiap tanaman memiliki daya tahan terhadap suhu yang berbeda-beda, sawi membutuhkan kesesuaian iklim mikro berupa cahaya, suhu dan nutrisi agar pertumbuhan tanaman sawi dapat optimal. Pertumbuhan tanaman sawi maksimal jika didukung dengan dengan kondisi iklim yang paling sesuai.

Pola pertumbuhan perbedaan iklim mikro menunjukkan luas daun yang berbeda. Penelitian tentang pengaruh cahaya dan suhu dilakukan Pertamawati (2010) terhadap tanaman kentang dengan melakukan variasi cahaya dan suhu selama masa budidaya. Hasil yang diperoleh adalah cahaya dan suhu yang lebih tinggi memiliki hasil produksi yang lebih baik. Sehingga faktor suhu, cahaya dan nutrisi memiliki keterikatan untuk pendukung pertumbuhan tanaman.

Sedangkan menurut Pertamawati (2010) terhadap tanaman kentang dengan melakukan variasi cahaya dan suhu selama masa budidaya. Hasil yang diperoleh adalah cahaya dan suhu yang lebih tinggi memiliki hasil produksi yang lebih baik.

Suhu merupakan faktor penting di dalam proses fotosintesis untuk pertumbuhan tanaman. Suhu memberikan energi pada tanaman agar tanaman dapat melaksanakan proses-proses fisiologisnya, mempengaruhi produk sintesa, evapotranspirasi daun dan metabolisme tanaman.

Tanaman sawi hijau memiliki suhu dasar tanaman 10.70 hari °C yang ditentukan berdasarkan suhu rata-rata harian di tiga ketinggian tempat yang berbeda (Soelistyono, 2014). Sejumlah panas yang dibutuhkan tanaman sawi hijau setiap hari sangat tergantung dari rata-rata suhu udara dimana suhu udara tersebut dapat mengendalikan proses fisik dan kimiawi yang selanjutnya proses-proses ini mengendalikan reaksi biologi yang berlangsung dalam tanaman (Setiawan, 2009).

Kailan cocok ditanam di suhu 23–35 °C dengan ketinggian 1000- 3000 mdpl, curah hujan 1000-1500 mm/tahun, tanah dengan pH 5-6 , jenis tanah yang dibutuhkan tanaman kailan tanah regosol, aluvial, latosol, andosol (Silvester, dkk, 2013). Daerah yang cocok untuk tanaman kailan adalah dataran medium hingga dataran tinggi atau daerah pegunungan dengan ketinggian 300-1.900 mdpl,

ketinggian tempat yang ideal berkisar antara 700–1.300 mdpl. Suhu rata-rata harian yang sesuai untuk pertumbuhan yaitu 15-25 °C, sedangkan kelembapan udara yang sesuai 60%-90%. Daerah yang memiliki rata curah hujan 1.000-1.900 mm per tahun sangat sesuai untuk membudidayakan kailan (Iskandar, 2016).

Menurut (Telaumbanua, 2016) Pengaruh suhu pada pertumbuhan luas daun sawi yang terbaik adalah suhu 35 °C yaitu 565,41 cm², sedangkan pada suhu 32 °C adalah 537,72 cm², dan pada suhu 38 °C adalah 372,18 cm². Kombinasi untuk pertumbuhan terbaik dalam penelitian adalah suhu 35 °C, nutrisi 5 mS/cm dengan cahaya 17000 lux, dengan luas permukaan daun 1068,83 cm², sedangkan kombinasi untuk tingkat pertumbuhan terendah adalah cahaya 7000 lux, suhu 38 °C, nutrisi 8 mS dengan luas maksimal 201,71 cm².

2.6 Hidroponik

Hidroponik merupakan sistem bercocok tanam yang tidak menggunakan media tanam tanah, tetapi menggunakan larutan nutrisi secara kontinu untuk kebutuhan tanaman (Anas dan koerniawati, 2004). Teknik bercocok tanam hidroponik tidak seperti pada umumnya yang menggunakan tanah, dimana yang rentan terhadap gangguan hama penyakit. Hal ini sistem hidroponik dapat menanggulangi resiko akan serangan hama, dikarenakan bercocok tanam hidroponik pada umumnya dilakukan di dalam greenhouse. Menanam di greenhouse dapat menghindari kerusakan akibat hujan lebat, sebab beratap plastik (Paishal, 2005).

Prihmantoro dan Indriani (1999) menyatakan bahwa penggunaan greenhouse tidak cocok dilakukan pada daerah tropis, dikarena suhu di dalam greenhouse lebih panas karena efek rumah kaca. Dan juga pelindung serangga

yang menutup dinding *greenhouse* dapat ditembus oleh suatu hama yang berukuran sangat kecil seperti kutu trip dan kutu kebul. Hal ini berakibat kurang efektif dikarenakan tanaman masih rentan berpotensi terserang penyakit ataupun hama.

Hidroponik indoor (di dalam ruang atau gedung) dapat berpotensi menjadi alternatif bercocok tanam karena suhu ruangan tidak sepanas di luar dan mengurangi gangguan hama sehingga tanaman bisa tumbuh sehat secara maksimal. (Lindawati, 2015). Hidroponik indoor membutuhkan biaya tambahan, karena sistem ini memerlukan energi lampu penerangan. Karena fotosintesis memerlukan cahaya yang bisa didapat dari lampu penerangan. Akan tetapi peningkatan biaya ini dapat terkompensasi oleh nilai tambah dari meningkatnya kualitas produk yang lebih baik, sehat, dan bebas.

Kelapa merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang memiliki potensi agroindustri kelapa yang cukup besar, tetapi belum dapat dimanfaatkan dengan maksimal. Luas areal kebun kelapa di Indonesia adalah yang terbesar di dunia, yaitu 3,76 juta hektar. Sedangkan buah kelapa mempunyai banyak limbah nabati salah satunya ialah hasil pengupasan buah kelapa seperti tempurung dan sabut kelapa yang terdiri atas serat dan serbuk sabut kelapa (Fahmi, 2013).



Gambar 2.7 Serbuk Sabut Kelapa (*Cocopeat*)

Cocopeat atau yang biasa disebut serbuk sabut kelapa memiliki kandungan klor yang tinggi, klor akan membentuk asam klorida ketika bereaksi dengan air. Akibatnya kondisi media menjadi asam, sedangkan tanaman membutuhkan kondisi netral untuk pertumbuhannya. Oleh karena itu kadar klor pada *cocopeat* tidak boleh lebih dari 200 mg/l. Maka pencucian bahan baku *cocopeat* sangat penting dilakukan (Hasriani dan Sukendro, 2013).

Keunggulan *cocopeat* sebagai media tanam antara lain yaitu: dapat menyimpan air yang mengandung unsur hara, sifat *cocopeat* yang senang menampung air dalam pori-pori menguntungkan karena akan menyimpan pupuk cair sehingga frekuensi pemupukan dapat dikurangi dan di dalam *cocopeat* juga terkandung unsur hara dari alam yang sangat dibutuhkan tanaman, daya serap air tinggi, menggemburkan tanah dengan pH netral, dan menunjang pertumbuhan akar dengan cepat sehingga baik untuk pembibitan (Agoes, 1994).

Cocopeat memiliki kandungan zat tanin. Zat tanin diketahui sebagai zat yang menghambat pertumbuhan tanaman. Maka dari itu zat tanin harus dihilangkan dengan cara merendamnya di air bersih selama beberapa jam, lalu diaduk sampai air berbusa putih. Selanjutnya buang air rendaman dan diganti

dengan air bersih yang baru, hal ini dilakukan beberapa kali sampai busa tidak keluar lagi (Fahmi, 2013).

2.7 Luxmeter

Alat ukur cahaya adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya di suatu tempat. Besarnya intensitas cahaya ini perlu untuk diketahui karena pada dasarnya manusia juga memerlukan penerangan yang cukup. Untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya maka diperlukan sebuah sensor yang cukup peka dan linier terhadap cahaya. Sehingga cahaya yang diterima oleh sensor dapat diukur dan ditampilkan pada sebuah tampilan digital (Ashari, 2014).

Hampir semua luxmeter terdiri dari rangka sebuah sensor dengan sel foto, dan layar panel. Sensor diletakkan pada sumber cahaya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Semakin banyak cahaya yang diserap oleh sel maka arus yang dihasilkan lebih besar. Alat ini terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto dan layar panel. Sensor tersebut diletakkan pada sumber cahaya yang akan diukur intensitasnya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Semakin banyak cahaya yang diserap oleh sel maka arus yang dihasilkan pun semakin besar.

Sensor yang digunakan pada alat ini adalah photo diode. Sensor ini termasuk kedalam jenis sensor cahaya atau optik. Sensor cahaya atau optik adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pemantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai suatu daerah tertentu. Kemudian dari hasil pengukuran yang dilakukan akan ditampilkan pada layar panel. Berbagai jenis

cahaya yang masuk pada luxmeter baik itu cahaya alami ataupun buatan akan mendapatkan respon yang berbeda dari sensor. Berbagai warna yang diukur akan menghasilkan suhu warna yang berbeda dan panjang gelombang yang berbeda pula. Oleh karena itu pembacaan yang ditampilkan hasil yang ditampilkan oleh layar panel adalah kombinasi dari efek panjang gelombang yang ditangkap oleh sensor photo diode (Arisworo, 2006).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis dari penelitian ini adalah penelitian eksperimental, yang bertujuan untuk mendapatkan data pengamatan pengaruh LED warna merah dan hijau dengan sistem hidroponik *cocopeat* terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae*).

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2020 sampai bulan Januari 2021 di Tambak Osowilangun, Benowo, Surabaya.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan pada penelitian kali adalah:

1. LED warna merah dan hijau
2. Penggaris
3. Larutan nutrisi Abmix
4. Air
5. Benih kailan
6. Luxmeter
7. Fitting lampu gantung
8. Bekas gelas air mineal
9. Kain flanel
10. Rockwool
11. Botol bekas

12. pH Meter
13. Media tanam hidroponik
14. *Cocopeat*
15. Arang sekam
16. Kamera
17. Ms.Exel
18. SPSS

3.4 Langkah Kerja

Adapun langkah kerja penelitian ini sebagai berikut:

3.4.1 Prosedur Penanaman

Langkah kerja dari penanaman mempunyai beberapa tahap seperti berikut

1. Persiapan benih kailan
 - a. Benih tanaman kailan disiapkan
 - b. Benih kailan direndam dengan air panas selama \pm 2jam
 - c. Benih kailan siap ditanam
2. Penyemaian
 - a. Disiapkan nampan dengan ukuran \pm panjang 37cm x lebar 28cm dan tinggi 5 cm
 - b. Disiapkan kapas wajah lalu ditata di atas nampan. dibasahi dengan spray, air jangan sampai menggenang.
 - c. Biji di taruh di atas kapas dan diselipkan di kapas, 2 biji per kapas.
 - d. Di tutup dengan plastik hitam dan diamkan selama 7 hari
 - e. Penyemaian diairi dengan disemprot jangan sampai kekeringan
 - f. Setelah 7 hari dipilih benih yang tingginya sama.

3.4.2 Pembuatan Media Penerangan

Pembuatan media penerangan dilakukan sebagai berikut:

1. Dihubungkan kabel ke lampu dan listrik.
2. Digantungkan 6 buah lampu LED (3 watt) warna merah dan 6 lampu warna hijau dengan jarak yang disesuaikan intensitas cahaya yang terkena tanaman.

3.4.3 Pengujian Luminensi

Langkah untuk pengujian luminesensi yaitu untuk mengetahui intensitas yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Memasang lampu yang akan digunakan, dengan cara digantungkan.
2. Meletakkan alat ukur luxmeter tepat di bawah lampu yang telah terpasang dengan aliran listrik.
3. Menyalakan lampu dan mengatur posisi tinggi rendahnya lampu sesuai intensitas cahaya yang diinginkan.
4. Mengamati penunjukan intensitas cahaya pada alat ukur *luxmeter*.

3.4.4 Penanaman Tanaman Kailan dengan *Hydroponik Cocopeat*

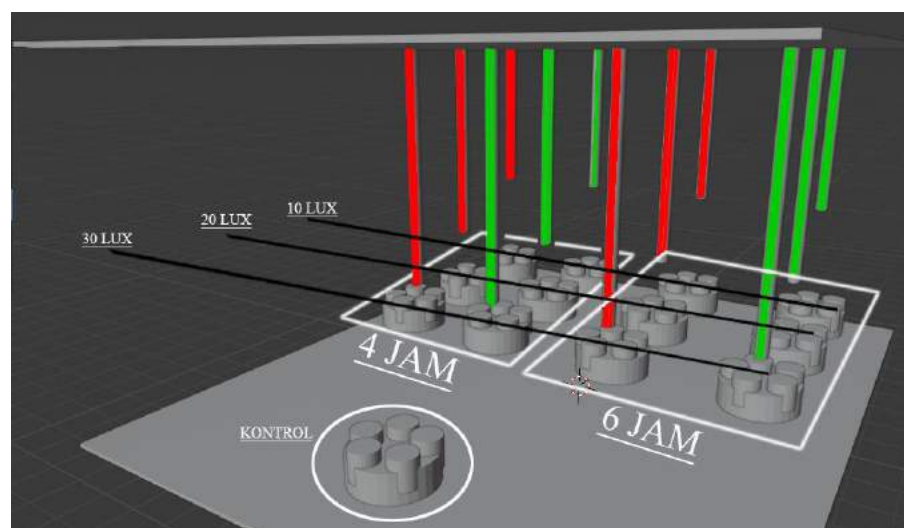
Adapun tatacara penanaman Kailan dengan *hydroponik cocopeat* seperti berikut:

1. Botol air bekas air mineral dipotong menggunakan cutter dan gunting
2. Dibuat lubang sebagai tempat rongga udara disisi samping, dan di bawah untuk tersalurkannya air nutrisi
3. Kain flannel dipasang pada bawah rockwool agar teruntai untuk menyalurkan air nutrisi dari bawah botol tanaman.
4. Disiapkan *cocopeat* dan direndam selama 2 jam agar zat taninnya hilang.

5. *Cocopeat* dan arang sekam dicampur hingga merata dengan perbandingan 1:1.
6. Dimasukkan campuran *cocopeat* ke dalam botol bekas.
7. Bibit tanam yang telah disiapkan ditanam dengan kedalaman 3 cm.
8. Jika sudah maka dipantau kondisi air nutrisi jangan sampai kehabisan.

3.4.5 Pemaparan Lampu LED

Tanaman Kailan dipapari lampu LED dengan cara diletakkan media tanam di bawah penerangan Lampu LED warna merah dan hijau dengan intensitas masing-masing 10, 20, dan 30 Lux. Penambahan penyinaran dilakukan selama 4 jam (pukul 18.00-22.00) dan selama 6 jam (pukul 22.00-04.00 dini hari). Adapun kondisi lingkungan pemaparan Lampu LED berupa gambar instalasi ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 3.1 Instalasi Pemaparan LED

3.4.6 Teknik Pengambilan Data

Adapun dalam mengambil data memerlukan cara untuk mengamati pertumbuhan tanaman kailan yang meliputi panjang daun, lebar daun, jumlah daun, dan tinggi batang setiap minggunya. Berikut tekniknya:

1. Panjang Daun

Daun memiliki banyak daun maka ari daun tersebut harus diukur, sisi yang diukur dimulai ujung depan daun sampai sebelum tangkai dari daun. Pengukuran panjang dari daun menggunakan penggaris setiap satu minggu sekali. Data diambil mulai pindah tanam setelah menjadi bibit

2. Lebar Daun

Dilain daun mempunyai panjang, daun juga mempunyai lebar yang akan diukur dipenelitian ini. Sisi yang diukur dari ujung kanan hingga ujung kiri daun menggunakan penggaris, pengambilan data

3. Tinggi Batang

Tinggi batang tanaman kailan diukur dengan menggunakan penggaris setiap satu minggu sekali.

4. Jumlah Daun

Jumlah daun pada tanaman kailan dihitung setiap minggu sekali dihitung mulai awal sejak penanaman.

3.5 Teknik Pengolahan Data

Adapun dalam pengolahan data menggunakan 2 analisa sebagai berikut:

1. Analisa Grafik

Dalam menganalisa grafik disini menggunakan aplikasi *Ms.Excel*, data inputan yang digunakan berupa tinggi batang (cm) dan pertumbuhan daun yang mencakup jumlah, lebar dan panjang daun (cm) yang diakumulasi berupa tabel grafik.

2. Analisa Anova

Pada analisa Anova *software* yang digunakan ialah SPSS, data masukan yang digunakan berupa data akumulasi Ms.Exel yang menghasilkan berupa tabel ANOVA dan *Coeffisient* yang mengacu pada nilai signifikansi.

3.6 Tabel Penelitian

Dalam penelitian memerlukan tabel yang digunakan untuk mencatat agar data dapat diambil dengan mudah dan terstruktur, berikut tabelnya:

Tabel 3.1 Pengamatan Tanaman Kailan Menggunakan Lampu LED Merah

Penambahan Penyinaran	Intensitas (Lux)	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Tinggi Batang (cm)	Jumlah Daun (cm)
4 Jam	10				
	20				
	30				
6 Jam	10				
	20				
	30				
Kontrol Acuan					

Tabel 3.2 Pengamatan Tanaman Kailan Menggunakan Lampu LED Hijau

Penambahan Penyinaran	Intensitas (Lux)	Tinggi Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Tinggi Batang (cm)	Jumlah Daun (cm)
4 Jam	10				
	20				
	30				
6 Jam	10				
	20				
	30				
Kontrol Acuan					

3.7 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.8 Analisis Data

Penelitian ini yang berjudul Pengaruh Paparan LED warna merah dan hijau terhadap pertumbuhan tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae*) dengan Sistem Hidroponik *Cocopeat* dianalisis menggunakan grafik dengan Microsoft Excel dan menggunakan analisa variasi (ANOVA). Pada hasil analisa grafik Ms.Exel dapat diketahui fluktuasi data pada pengaruh setiap *variable* dan hasil analisa ANOVA dapat juga diketahui dari nilai signifikansi *variable* data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan tanaman kailan (*Brassica oleraceae L.*) yang dilakukan dengan cara menambahkan pencahayaan lampu LED dengan variasi 2 warna, 3 intensitas dan waktu yang berbeda. Penambahan pencahayaan dilakkan pada malam hari, pada saat tenggelamnya matahari sekitar jam 18.00-04.00 WIB dengan estimasi 4 dan 6 jam, intensitas yang digunakan yakni 10, 20, 30 lux, dan warna lampu LED hijau dan merah. Variabel yang diukur pada penelitian ini meliputi tinggi/panjang batang, lebar dan panjang daun, dan banyaknya daun. Pengambilan data dilakukan 4 kali pengukuran setiap minggu (Rabu-Kamis).

Penelitian ini dilakukan dengan satu jenis tanaman yakni tanaman kailan (*Brassica oleraceae L.*). Tanaman ini menggunakan metode hidroponik Static solution culture (kultur air statis), dimana hidroponik yang airnya diam dan tidak mengalir, dari metode ini harus selalu mengecek kadar Ppm dan nutrisi dari tanman. Pengecekan dilakukan setiap 3/4 hari. Media yang digunakan ialah kombinasi antara *cocopeat* dan arang sekam 1:1 di tempat botol tanggung yang dipotong menjadi 2 yang atas untuk media tanam dan yang bawah untuk air.

4.1 Hasil Penelitian

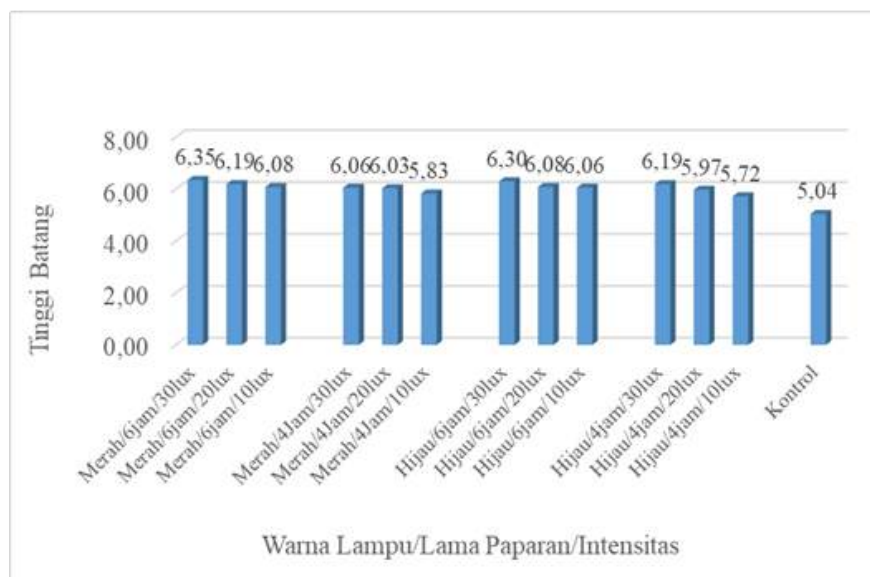
4.1.1 Pengaruh Lampu LED Warna Merah dan Hijau terhadap Tinggi Batang Tanaman Kailan

Hasil pengamatan dan perhitungan rata-rata tinggi batang (cm) tanaman kailan dengan waktu 4 minggu di setiap minggu pengukurannya, yang didapat adalah sampel kontrol rata-rata tinggi batang tanaman mencapai 5,04 cm, sedangkan di data dengan perlakuan peparan lampu LED warna merah lebih tinggi mencapai 5,83-6,35 cm, adapun dari sampel dengan perlakuan paparan lampu LED warna hijau mencapai 5,72-6,30 cm. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengamatan Pengaruh Warna Lampu Terhadap Tinggi Batang Selama 4 Minggu.

Warna	Lama Paparan	Intensitas (Lux)	minggu ke			
			1	2	3	4
Merah	6 jam	30	2,34	3,25	4,80	6,35
		20	2,28	3,04	4,62	6,19
		10	1,94	2,79	4,44	6,08
	4 jam	30	1,74	2,62	4,37	6,05
		20	1,73	2,51	4,27	6,03
		10	1,66	2,34	4,09	5,83
Hijau	6 jam	30	1,82	2,79	4,55	6,30
		20	1,78	2,64	4,36	6,08
		10	1,58	2,44	4,25	6,06
	4 jam	30	1,50	2,36	4,28	6,19
		20	1,49	2,28	4,13	5,97
		10	1,49	2,26	3,99	5,72
Kontrol			1,38	2,10	3,57	5,04

Kemudian setelah didapatkan data pengukuran tinggi batang maka dilanjutkan dengan analisa grafik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Warna Lampu Terhadap Tinggi Batang Selama 4 Minggu.

Berdasarkan grafik 4.1 menunjukkan bahwa paparan lampu LED berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi batang. Perlakuan kontrol dari penelitian ini memiliki tinggi yang paling rendah dengan tinggi 5,04 cm. Sedangkan rata-rata tanaman tertinggi terdapat pada penambahan paparan lampu LED merah selama 6 Jam dengan intensitas 30 lux setinggi 6,35 cm, tertinggi kedua di penambahan paparan LED warna hijau selama 6 jam dengan intensitas 30 lux setinggi 6,30 cm.

Jika dilihat dari grafik tinggi batang, semakin tinggi intensitas maka semakin tinggi batang, seperti di penambahan paparan warna merah selama 6 jam, di intensitas 30 lux tingginya 6,35 cm, di intensitas 20 lux dengan tinggi 6,19 cm, dan di intensitas 10 lux 6,08 cm. Lalu di penambahan paparan warna merah selama 4 jam di intensitas 30 lux tingginya 6,06 cm, intensitas 20 lux 6,03 cm, dan intensitas 10 lux dengan tinggi 5,83 cm.

Sedangkan di penambahan paparan warna hijau selama 6 jam di intensitas 30 lux tingginya 6,30 cm, intensitas 20 lux 6,08 cm, dan intensitas 10 lux dengan

tinggi 6,06 cm. Lalu di penambahan paparan warna hijau selama 4 jam di intensitas 30 lux tingginya 6,19 cm, intensitas 20 lux 5,97 cm, dan intensitas 10 lux dengan tinggi 5,72 cm.

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh paparan lampu LED warna merah dan hijau terhadap tinggi batang tanaman kailan dapat dilakukan dengan uji anova. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Hasil Uji ANOVA Tinggi Batang.

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	.318	3	.106	24.652	.000 ^a
Residual	.034	8	.004		
Total	.352	11			

a. Predictors: (Constant), INTENSITAS(X3), JAM(X2), WARNA(X1)

b. Dependent Variable: TINGGI BATANG(Y)

Dari hasil Uji ANOVA pada tabel 4.2 didapatkan nilai signifikansi pada regresi yaitu Sig = 0,000, dimana nilai Sig lebih kecil dari pada 0,050 (Sig<0,050), maka keputusannya adalah Ho ditolak, artinya variabel prediktor (intensitas, jam dan warna) berpengaruh secara simultan terhadap pertumbuhan tingi batang tanaman kailan.

Sedangkan pada tabel 4.3 menunjukkan perbedaan keefektifan pengaruh tiap variabel prediktor ditunjukan sebagai berikut.

Tabel 4.3 *Coefficients Variable Predictors* Tinggi Batang

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	5.086	.200		25.432	.000
WARNA(X1)	.000	.000	.102	.924	.382
JAM(X2)	.106	.019	.618	5.590	.001
INTENSITAS(X3)	.015	.002	.715	6.469	.000

Dari tabel 4.3 didapatkan nilai signifikansi dari berbagai variabel, pada variabel warna yaitu $Sig = 0,382$, dimana nilai Sig lebih besar dari pada 0,050 ($Sig > 0,050$), maka keputusannya adalah H_0 diterima, artinya variable warna berpengaruh terhadap tinggi batang akan tetapi tidak signifikan. Sedangkan pada variabel jam (penambahan lama paparan cahaya) mempunyai nilai signifikansi 0,001 dan pada variabel intensitas mempunyai nilai signifikansi 0,000, dimana dari kedua variable mempunyai nilai signifikansi lebih kecil dari 0,050 ($Sig < 0,050$), maka keputusannya H_0 ditolak, artinya kedua variabel berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman kailan.

Hal ini menunjukkan bahwa penambahan paparan cahaya berpengaruh terhadap tinggi batang, tetapi jika ditinjau dari tabel koefisien penambahan paparan cahaya perbedaan warna berpengaruh tetapi tidak signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman kailan.

4.1.2 Pengaruh Warna Lampu LED Merah dan Hijau terhadap Pertumbuhan Daun Tanaman Kailan

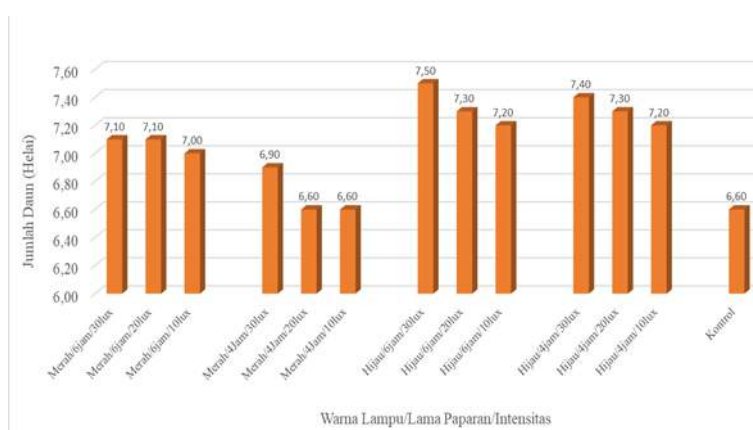
1. Jumlah Daun

Hasil pengamatan dan perhitungan rata-rata jumlah daun (helai) tanaman kailan dengan waktu 4 minggu di setiap minggu pengukurannya, yang didapat adalah sampel kontrol rata-rata jumlah daun tanaman mencapai 6,60 helai, sedangkan di data dengan perlakuan paparan lampu LED warna merah mencapai 6,60-7,10 helai, sedangkan dengan perlakuan paparan lampu LED warna hijau lebih banyak mencapai 7,20 helai keatas seperti pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Hasil Pengamatan Pengaruh Warna Lampu Terhadap Jumlah Daun Selama 4 Minggu.

Warna	Lama Paparan	Intensitas (Lux)	minggu ke			
			1	2	3	4
Merah	6 jam	30	2,80	4,10	5,90	7,10
		20	3,00	4,00	6,00	7,10
		10	3,00	4,00	6,00	7,00
	4 jam	30	2,60	4,00	5,60	6,90
		20	2,60	4,00	5,60	6,60
		10	3,10	3,90	6,10	6,60
Hijau	6 jam	30	2,80	3,70	6,30	7,50
		20	2,90	4,00	6,00	7,30
		10	2,80	3,90	6,00	7,20
	4 jam	30	2,70	4,10	6,00	7,40
		20	2,80	4,10	5,90	7,30
		10	2,90	4,30	5,90	7,20
Kontrol			2,70	3,90	5,70	6,60

Kemudian setelah didapatkan data pengukuran banyak jumlah daun maka dilanjutkan dengan analisa grafik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Warna Lampu Terhadap Jumlah Daun Selama 4 Minggu.

Grafik pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa penambahan paparan cahaya LED dapat berpengaruh dengan banyaknya daun, hal ini dapat dilihat bahwa kontrol hanya mempunyai rata-rata 6,6 helai, sedangkan pada sampel dengan perlakuan penambahan cahaya lampu LED warna merah dengan intensitas 30 lux selama 6 jam rata-rata daun berjumlah 7.10 helai, dengan intensitas 20 lux

rata-rata daun berjumlah 7.10 helai dan intensitas 10 lux rata-rata daun berjumlah 7 helai.

Pada sampel penambahan cahaya warna merah dengan intensitas 30 lux selama 4 jam rata-rata daun berjumlah 6.9 helai, sedangkan intensitas 20 rata-rata daun berjumlah 6.6 helai dan intensitas 10 lux rata-rata daun berjumlah 6.6 helai.

Berbeda halnya dengan penambahan paparan LED warna hijau lebih banyak dengan intensitas 30 lux selama 6 jam rata-rata daun berjumlah 7,5 helai, sedangkan intensitas 20 lux rata-rata 7,3 helai dan intensitas 10 lux rata-rata 7,2 helai.

Adapun sampel penambahan cahaya LED warna hijau dengan intensitas 30 lux selama 4 jam rata-rata daun berjumlah 7,4 helai, sedangkan intensitas 20 lux rata-rata daun berjumlah 7,3 helai dan intensitas 10 lux rata-rata daun berjumlah 7,2 helai.

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh paparan lampu LED warna merah dan hijau terhadap jumlah daun tanaman kailan dapat dilakukan dengan uji anova. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.5 Hasil Uji ANOVA Jumlah Daun

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	.785	3	.262	18.128	.001 ^a
Residual	.115	8	.014		
Total	.900	11			

a. Predictors: (Constant), INTENSITAS(X3), JAM(X2), WARNA(X1)

b. Dependent Variable: JUMLAH_DAUN(Y)

Dari hasil Uji ANOVA pada tabel 4.5 didapatkan nilai signifikansi pada regresi yaitu Sig = 0,001, dimana nilai Sig lebih kecil dari pada 0,050

(Sig<0,050), maka keputusannya adalah H_0 ditolak, artinya variabel *predictors* (intensitas, jam dan warna) berpengaruh secara simultan terhadap jumlah daun tanaman kailan.

Sedangkan pada tabel 4.6 menunjukkan perbedaan keefektifan pengaruh tiap variabel prediktor ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 4.6 *Coefficients Variabel prediktor Jumlah Daun*

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	8.308	.366		22.684	.000
WARNA(X1)	-.003	.001	-.791	-6.249	.000
JAM(X2)	.100	.035	.365	2.884	.020
INTENSITAS(X3)	.011	.004	.335	2.649	.029

a. Dependent Variable: JUMLAH_DAUN(Y)

Dari tabel 4.6 didapatkan nilai signifikansi dari berbagai variabel, pada variabel warna yaitu Sig = 0,000, dimana nilai Sig lebih kecil dari pada 0,050 (Sig<0,050), maka keputusannya adalah H_0 ditolak, artinya variabel warna berpengaruh terhadap jumlah daun.

Begitu halnya pada variabel jam (penambahan lama paparan cahaya) mempunyai nilai signifikansi 0,020 dan pada variabel intensitas mempunyai nilai signifikansi 0,029, dimana dari kedua variabel mempunyai nilai signifikansi lebih kecil dari 0,050 (Sig < 0,050), maka kedua variabel berpengaruh terhadap pertumbuhan jumlah daun tanaman kailan.

Hal ini menunjukkan bahwa penambahan paparan cahaya secara simultan berpengaruh terhadap jumlah daun, dan juga ditinjau dari tabel 4.6 semua variabel berpengaruh terhadap pertumbuhan jumlah daun tanaman kailan.

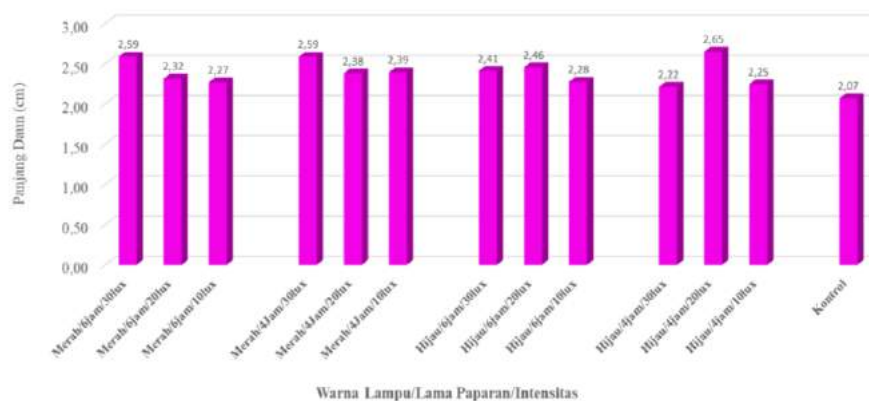
2. Panjang Daun

Hasil pengamatan dan perhitungan rata-rata panjang daun (cm) tanaman kailan dengan waktu 4 minggu di setiap minggu pengukurannya, yang didapat adalah sampel kontrol rata-rata panjang daun tanaman mencapai 2,07 (cm), sedangkan di data dengan perlakuan paparan lampu LED warna merah lebih panjang mencapai 2,27-2,59 (cm), sampel dengan perlakuan paparan lampu LED warna hijau mencapai 2,21-2,64 (cm), lebih lengkapnya seperti pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Data Hasil Pengamatan Pengaruh Warna Lampu Terhadap Panjang Daun Selama 4 Minggu.

Warna	Lama Paparan	Intensitas (Lux)	minggu ke			
			1	2	3	4
Merah	6 jam	30	0,70	1,25	1,82	2,59
		20	0,67	1,17	1,64	2,32
		10	0,68	1,12	1,58	2,27
	4 jam	30	0,71	1,29	1,85	2,59
		20	0,73	1,14	1,64	2,38
		10	0,67	1,21	1,61	2,37
Hijau	6 jam	30	0,79	1,28	1,71	2,41
		20	0,73	1,30	1,77	2,46
		10	0,69	1,17	1,62	2,28
	4 jam	30	0,70	1,12	1,55	2,21
		20	0,78	1,34	1,88	2,64
		10	0,73	1,13	1,63	2,25
Kontrol			0,63	1,02	1,44	2,07

Kemudian setelah didapatkan data pengukuran tinggi panjang daun maka dilanjutkan dengan analisa grafik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Warna Lampu Terhadap Panjang Daun Selama 4 Minggu.

Grafik pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa penambahan paparan cahaya LED dapat berpengaruh dengan pertumbuhan daun, salah satunya panjang daun. Hal ini dapat dilihat bahwa kontrol hanya mempunyai rata-rata 2,07 cm, sedangkan pada sampel dengan perlakuan penambahan cahaya lampu LED warna merah dengan intensitas 30 lux selama 6 jam memiliki rata-rata 2,59 cm, dengan intensitas 20 lux rata-rata panjang daun 2,32 cm, dan dengan intensitas 10 lux rata-rata panjang daun 2,27 cm.

Pada sampel penambahan cahaya warna merah dengan intensitas 30 lux selama 4 jam rata-rata panjang daun 2,59 cm, dengan intensitas 20 lux rata-rata panjang daun 2,38 cm dan dengan intensitas 10 lux rata-rata panjang daun 2,39 cm. Berbeda halnya dengan penambahan paparan dengan LED warna hijau dengan intensitas 30 lux selama 6 jam rata-rata panjang daun 2,41 cm, dengan intensitas 20 lux rata-rata panjang daun 2,46 cm dan intensitas 10 lux rata-rata panjang daun 2,28 cm.

Adapun sampel penambahan cahaya warna hijau dengan intensitas 30 lux selama 4 jam rata-rata panjang daun 2,22, dengan intensitas 20 lux rata-rata

panjang daun 2,65 cm dan dengan intensitas 10 lux rata-rata panjang daun 2,25 cm.

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh paparan lampu LED warna merah dan hijau terhadap panjang daun tanaman kailan dapat dilakukan dengan uji anova. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.8 Hasil Uji ANOVA Panjang Daun

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	.057	3	.019	.847	.506 ^a
Residual	.179	8	.022		
Total	.235	11			

a. *Predictors:* (Constant), INTENSITAS(X3), JAM(X2), WARNA(X1)

b. *Dependent Variable:* PANJANGDAUN(Y)

Dari hasil Uji ANOVA pada tabel 4.8 didapatkan nilai signifikansi pada regresi yaitu Sig = 0,506, dimana nilai Sig lebih besar dari pada 0,050 (Sig>0,050), maka keputusannya adalah Ho diterima, artinya variabel *predictors* (intensitas, jam dan warna) pengaruhnya tidak signifikan.

Sedangkan pada tabel 4.9 menunjukkan perbedaan keefektifan pengaruh tiap variabel prediktor ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 4.9 *Coefficients Variabel prediktor Panjang Daun*

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	2.103	.455		4.617	.002
WARNA(X1)	.000	.001	.165	.535	.607
JAM(X2)	-.013	.043	-.092	-.297	.774
INTENSITAS(X3)	.008	.005	.453	1.472	.179

a. *Dependent Variable:* PANJANGDAUN(Y)

Dari tabel 4.9 didapatkan nilai signifikansi dari berbagai variabel, pada semua variabel mendapatkan hasil nilai signifikansi yang lebih besar dari 0,050 ($\text{Sig} > 0,050$), dimana warna mempunyai $\text{Sig} = 0,607$, jam (penambahan lama paparan cahaya) mempunyai nilai signifikansi 0,774 dan pada variabel intensitas mempunyai nilai signifikansi 0,179, maka keputusannya adalah H_0 diterima, artinya semua dari tiap variable pengaruhnya tidak signifikan.

Jika ditinjau dari tabel 4.8 dan tabel 4.9 dapat disimpulkan bahwa penambahan paparan cahaya terhadap pertumbuhan panjang daun berpengaruh akan tetapi tidak signifikan.

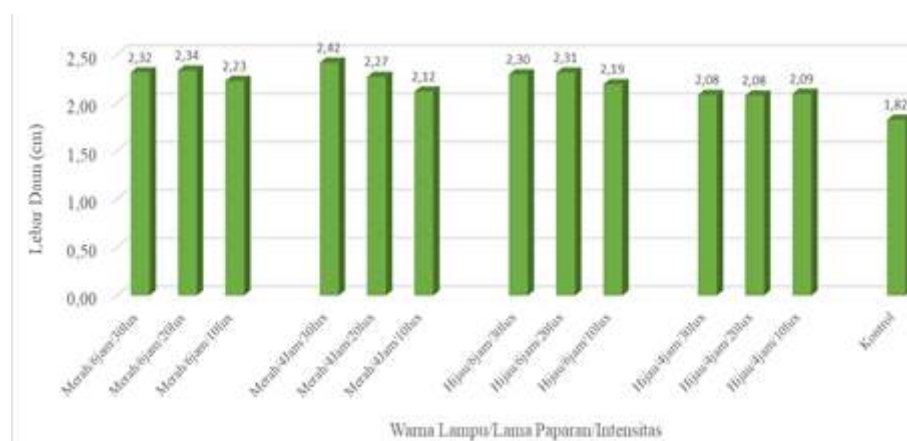
3. Lebar Daun

Hasil pengamatan dan perhitungan rata-rata lebar daun (cm) tanaman kailan dengan waktu 4 minggu di setiap minggu pengukurannya, yang didapat adalah sampel kontrol rata-rata lebar daun tanaman mencapai 1,03 cm, sedangkan data dengan perlakuan paparan lampu LED warna merah lebih lebar mencapai 2,12-2,34 cm, sampel dengan perlakuan paparan lampu LED warna hijau mencapai 2,08-2,31 cm, lebih lengkapnya seperti pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Data Hasil Pengamatan Pengaruh Warna Lampu Terhadap Lebar Daun Selama 4 Minggu.

Warna	Lama Paparan	Intensitas (Lux)	minggu ke			
			1	2	3	4
Merah	6 jam	30	1,01	1,31	1,71	2,32
		20	1,00	1,31	1,70	2,34
		10	0,99	1,24	1,61	2,23
	4 jam	30	0,97	1,33	1,78	2,42
		20	1,01	1,23	1,63	2,27
		10	0,93	1,20	1,47	2,12
Hijau	6 jam	30	1,06	1,39	1,67	2,30
		20	0,98	1,33	1,70	2,31
		10	1,03	1,27	1,61	2,19
	4 jam	30	1,04	1,22	1,55	2,08
		20	1,11	1,22	1,63	2,08
		10	1,00	1,20	1,59	2,09
Kontrol			0,63	1,02	0,98	1,03

Setelah didapatkan data pengukuran lebar daun maka dilanjutkan dengan analisa grafik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Warna Lampu Terhadap Lebar Daun Selama 4 Minggu.

Grafik pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa penambahan paparan cahaya LED dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan daun, salah satunya lebar daun. Hal ini dapat dilihat bahwa kontrol hanya mempunyai rata-rata 1,82 cm, sedangkan pada sampel dengan perlakuan penambahan cahaya warna merah dengan intensitas 30 lux selama 6 jam memiliki rata-rata lebar daun 2,32 cm,

dengan intensitas 20 lux rata-rata lebar daun 2,34 cm, dan intensitas 10 lux rata-rata lebar daun 2,23 cm.

Pada sampel penambahan cahaya warna merah dengan intensitas 30 lux selama 4 jam rata-rata lebar daun 2,42 cm, dengan intensitas 20 lux rata-rata lebar daun 2,27 cm dan intensitas 10 lux 2,12 cm. Berbeda halnya dengan penambahan paparan dengan LED warna hijau dengan intensitas 30 lux selama 6 jam rata-rata lebar daun 2,30 cm, dengan intensitas 20 lux rata-rata lebar daun 2,31 cm dan intensitas 10 lux rata-rata lebar daun 2,19 cm. Adapun sampel penambahan cahaya warna hijau dengan intensitas 30 lux selama 4 jam rata-rata lebar daun 2,08 cm, dengan intensitas 20 lux rata-rata lebar daun 2,08 cm, dan dengan intensitas 10 lux rata-rata lebar daun 2,09 cm.

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh paparan lampu LED warna merah dan hijau terhadap lebar daun tanaman kailan dapat dilakukan dengan uji anova. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.11 Hasil Uji ANOVA Lebar Daun

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	.094	3	.031	4.953	.031 ^a
Residual	.050	8	.006		
Total	.144	11			

a. *Predictors:* (Constant), INTENSITAS(X3), JAM(X2), WARNA(X1)

b. *Dependent Variable:* LEBARDAUN(Y)

Dari hasil Uji ANOVA pada tabel 4.11 didapatkan nilai signifikansi pada regresi yaitu Sig = 0,031, dimana nilai Sig lebih kecil dari pada 0,050 (Sig<0,050), maka keputusannya adalah Ho ditolak, artinya variabel *predictors* (intensitas, jam dan warna) berpengaruh secara simultan terhadap lebar daun tanaman kailan.

Sedangkan pada tabel 4.12 menunjukkan perbedaan keefektifan pengaruh tiap *variabel prediktor* ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 4.12 *Coefficients Variabel prediktor* Lebar Daun.

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	1.383	.242		5.714	.000
WARNA(X1)	.001	.000	.477	2.281	.052
JAM(X2)	.052	.023	.473	2.263	.054
INTENSITAS(X3)	.006	.003	.446	2.130	.066

a. *Dependent Variable*: LEBARDAUN(Y)

Dari tabel 4.12 didapatkan nilai signifikansi dari berbagai variabel, pada semua variabel mendapatkan hasil nilai signifikansi yang lebih besar dari 0,050 (Sig>0,050), dimana warna mempunyai Sig = 0,052, jam (penambahan lama paparan cahaya) mempunyai nilai signifikansi 0,054 dan pada variabel intensitas mempunyai nilai signifikansi 0,066, maka keputusannya adalah H_0 diterima, artinya semua dari tiap variable tidak signifikan terhadap lebar daun.

Jika ditinjau dari tabel 4.11 dapat disimpulkan bahwa penambahan paparan cahaya berpengaruh terhadap penumbuhan lebar daun, akan tetapi dari hasil tinjauan tabel 4.12 penambahan paparan cahaya berpengaruh terhadap penumbuhan lebar daun akan tetapi tidak signifikan.

4.2 Pembahasan

Pengukuran dan perhitungan dari pertumbuhan batang dan pertumbuhan daun diperoleh hasil bahwa penambahan paparan lampu LED memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman Kailan, hal ini dapat dilihat dari rata-rata penambahan cahaya lebih tinggi dari perlakuan kontrol.

Pada penelitian ini mempunyai 2 tujuan yakni mengetahui pengaruh intensitas dan lama paparan terhadap pertumbuhan tanaman kailan. Adapun grafik dari tinggi batang didapat bahwa variabel yang paling berpengaruh adalah intensitas, karena dari grafik dapat ditinjau intensitas 30 lux setinggi 6,35 cm, lebih tinggi dari intensitas 20 dan 10 lux.

Maka dapat disimpulkan penambahan paparan 30 lux lebih berpengaruh daripada intensitas 20 lux dan 10 lux. Lalu jika dianalisis dari lama paparan antara penambahan 6 jam dan 4 jam, penambahan 6 jam lebih berpengaruh.

Dari tabel ANOVA (Tabel 4.5) dapat dilihat dari signifikansinya, hasil yang didapat nilai signifikansi pada regresi yaitu $Sig = 0,000$, dimana nilai Sig lebih kecil dari pada 0,050 ($Sig < 0,050$), maka keputusannya adalah H_0 ditolak, artinya variabel prediktor (intensitas, jam dan warna) berpengaruh secara simultan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman kailan.

Begitu halnya dengan koefisiensinya (Tabel 4.6) nilai signifikasinya di bawah 0,050 ($Sig < 0,050$), maka keputusannya adalah H_0 ditolak, artinya variabel *predictors* berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman kailan.

Perbedaan tinggi batang dipengaruhi beberapa faktor, sesuai pada penjelasan di tabel koefisiensi (Tabel 4.6). semua nilai signifikasinya di bawah 0,05 artinya semua variabel (perbedaan warna, intensitas dan lama paparan) berpengaruh secara signifikan.

Perbedaan warna berpengaruh terhadap pertumbuhan batang. Hal ini sesuai dengan tinjauan pustaka bahwasanya cahaya merah mempunyai spektrum cahaya warna merah lebih besar dari hijau sehingga perlakuan penambahan paparan

warna merah mendapatkan pengaruh lebih besar dalam perserapan klorofil untuk fotosintesis dibandingkan dengan yang lainnya.

Bahwa spektrum cahaya merah memiliki gelombang cahaya antara 620 – 750 nm sehingga paling efisien dalam proses fotosintesis dan cepat untuk pertumbuhan dibanding spektrum warna hijau yang mempunyai panjang gelombang 550 nm (Utami, 2018) dimana sebagian besar dipantulkan oleh pigmen yang terdapat pada kloroplas yaitu klorofil a, klorofil b dan karotenoid sehingga energi yang diserap oleh tumbuhan sedikit atau hampir tidak ada (Ika Susanti, 2009).

Pertumbuhan daun yang diamati yakni jumlah daun, panjang daun dan lebar daun. Dari grafik pertumbuhan jumlah daun didapat bahwa variabel yang paling berpengaruh adalah warna, karena dari grafik dapat ditinjau perbedaan pertumbuhan jumlah daun dari warna hijau lebih tinggi dari warna merah. Selanjutnya berdasarkan besar intensitas, intensitas 30 lux sebanyak 7,5 helai, lebih berpengaruh dari intensitas 20 dan 10 lux.

Kemudian di variabel lama paparan dapat dianalisa bahwa paparan 6 jam lebih berpengaruh dari lama paparan 4 jam di warna paparan LED warna merah maupun LED warna hijau.

Sedangkan di analisa ANOVA (Tabel 4.7) nilai signifikansi secara simultan berpengaruh karena nilai Sig = 0,001, dimana nilai Sig lebih kecil dari pada 0,050 (Sig<0,050), maka keputusannya adalah H_0 ditolak, artinya variabel prediktor berpengaruh secara simultan terhadap jumlah daun tanaman kailan.

Sedangkan jika dilihat dari tabel koefisien (Tabel 4.8) seluruh nilai signifikasinya di bawah 0,050 (Sig<0,050), maka keputusannya adalah H_0

ditolak, artinya variabel *predictors* berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman kailan.

Banyaknya jumlah daun dari berbagai perlakuan mempunyai jumlah yang berbeda-beda, hal ini di pengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya penambahan lama paparan. Menurut (Lindawati, 2015) biasanya jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan yang penyinaran terlama yakni 20 jam, lamanya paparan dapat mempengaruhi proses fotosintesis, karena proses fotosintesis akan optimal jika daun yang menjadi tempat utama proses fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun maka semakin bayak proses fotosintesis, dan adanya sinar yang lebih tinggi intensitasnya lebih baik dari dari yang rendah.

Adapun pertumbuhan daun dari panjangnya daun di dapat grafik pada warna merah dengan intensitas 30 lux dengan waktu 4 jam dan 6 jam memiliki pengaruh lebih panjang dari 20 dan 10 lux, dimana panjang daun sebesar 2,59 cm.

Sedangkan pada paparan LED warna hijau dengan intensitas 20 lux (4 jam) memiliki pengaruh terbesar yaitu 2,65 cm daripada intensitas 20 lux (6 jam) panjang daun 2,46 cm, Sehingga dari paparan intensitas, jam dan warna tidak terlalu dominan dalam mempengaruhi panjang daun. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan jarak pertumbuhan tidak linier keatas maupun ke bawah berdasrkan grafik.

Analisa ANOVA berdasarkan dari hasil panjang daun (Tabel 4.9 dan 4.10) nilai signifikansi simultan maupun nilai koefisien variabel mempunyai nilai lebih besar dari 0.050, maka keputusannya adalah H_0 diterima, artinya variabel

prediktor (intensitas, jam dan warna) tidak signifikan terhadap panjang daun tanaman kailan.

Jika dilihat dari nilai koefisiensi variabel signifikansi terendah ialah variabel intensitas dibanding yang lain, karena intensitas di paparan warna merah berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang daun seperti di penjelasan analisa grafik (Gambar 4.3).

Bahwasanya ketidak signifikannya penambahan paparan ada banyak faktor, salah satunya respon tanaman terhadap intensitas cahaya yang berbeda akan bergantung dari sifat adaptif tanaman tersebut. Respon terhadap intensitas cahaya tinggi dapat menguntungkan ataupun merugikan. Hal ini karena tanaman memiliki ambang batas terhadap intensitas cahaya yang harus diterima (Salisbury dan Ross, 1992).

Cahaya dapat berperan sebagai pembatas ketika tanaman yang dipapari dengan intensitas cahaya yang tinggi atau berlebihan. Dimana laju fotosintesis dan pertumbuhan semakin tidak bertambah lagi, akibatnya dapat merusak enzim sehingga tanaman akan mengalami titik jenuh cahaya atau (light saturation point). Selain itu pada dedaunan yang mendapat cahaya dengan intensitas cahaya yang tinggi juga menyebabkan rusaknya struktur kloroplas yang membantu proses metabolisme tanaman. Sehingga antosianin yang berperan sebagai pemantul cahaya akan menghambat atau mengurangi penembusan cahaya ke jaringan yang lebih dalam. Sedangkan tanaman yang tumbuh pada intensitas cahaya yang rendah maka jumlah O₂ yang dikeluarkan oleh proses fotosintesis dan pertumbuhan sama dengan jumlah O₂ yang diperlukan oleh proses respirasi. (Salisbury dan Ross, 1992).

Pengukuran terakhir dari pertumbuhan daun adalah pengukuran lebar daun, dari grafik lebar daun dapat di diskripsikan bahwasanya penambahan paparan cahaya LED warna merah (30 lux) dengan waktu 4 jam memiliki pengaruh lebih terhadap lebar daun, dimana lebar daun sebesar 2,42 cm sedangkan pada warna hijau dengan intensitas 20 lux dengan waktu 6 jam memiliki pengaruh lebih terhadap lebar daun 2,31 cm. Sehingga dari perbandingan 2 hasil tersebut dapat diambil kesimpulan pengaruh tertinggi terdapat pada warna merah dengan waktu 4 jam dan intensitas cahaya 30 lux.

Dari tabel ANOVA (Tabel 4.11) dapat ditinjau dari nilai signifikansinya. Dimana nilai signifikansi 0,031 lebih kecil dari 0,050 ($\text{Sig} < 0,050$), maka keputusannya adalah H_0 ditolak, artinya variabel prediktor berpengaruh secara signifikan. Sedangkan dari tabel koefisiensi seluruh dari prediktor lebih besar dari 0,050, maka keputusannya H_0 diterima, artinya variabel berpengaruh tapi tidak signifikan.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan daun, salah satunya intensitas. Intensitas berpengaruh terhadap pertumbuhan daun, sesuai dengan tinjauan pustaka bahwasanya penambahan 30 lux lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman daripada 20 atau 10 lux (Norfadila, 2019).

Perbedaan intensitas cahaya lampu LED (Light Emitte Dioda) yang diberikan juga akan memberi pengaruh terhadap tanaman, hal ini terlihat ketika adanya paparan cahaya mengenai tanaman dengan intensitas tertentu, maka tanaman tersebut akan menyerap banyak cahaya pada intensitas yang optimal, sehingga mengakibatkan ATP naik. Ketika ATP naik maka akan memicu

terjadinya laju metabolisme yang cepat, sehingga menyebabkan naiknya laju proses fotosintesis dan proses pertumbuhan morfologis tanaman (Abidin, 1990).

Hasil fotosintesis tanaman akan berkurang apabila intensitas cahaya berkurang tergantung pada spesies tanaman. Menurut Trehow 1971 dalam Subronto dkk. 1977, menyatakan bahwa penghambatan proses fotosintesis pada intensitas cahaya yang tinggi (>10.000 *foot candle*) merupakan pengaruh tidak langsung dari intensitas cahaya tersebut, dimana pada intensitas cahaya yang tinggi akan menyebabkan terjadinya penutupan dari stomata dan mengurangi evapotranspirasi terutama melalui daun. Selanjutnya terjadi penghambatan pembentukan khlorofil dan kerusakan organ-organ fotosintesis yaitu terjadinya lisis khlorofil dan semua hal tersebut akan menyebabkan penghambat proses fotosintesis pada daun secara keseluruhan (Chang, 1968).

Intensitas cahaya yang tinggi di daerah tropis tidak seluruhnya dapat digunakan oleh tanaman (Suseno, 1974) Energi cahaya yang digunakan oleh tanaman dalam proses fotosintesis berkisar antara 0,5 sampai dengan 2 % dari jumlah total energi matahari yang tersedia untuk proses pertumbuhan. Sedangkan hasil fotosintesis yang terbentuk tersebut akan berkurang apabila intensitas cahaya matahari yang di terima kurang dari batas optimal yang dibutuhkan oleh tanaman, dan ini sangat tergantung pada jenis tanaman (Suseno, 1975).

Perbedaan warna cahaya lampu LED yang di berikan akan memberi pengaruh karena setiap warna cahaya memiliki rentang panjang gelombang tertentu yang diserap oleh tanaman dalam proses fotosintesis dan proses tumbuhan. (Campbell, 2008).

Energi (E) suatu foton ditentukan oleh panjang gelombang (λ) atau frekuensi (f) sesuai persamaan: $E = hf = hc/\lambda$, dimana $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s (konstanta Plank) dan $c = 3 \times 10^8$ m.s⁻¹ (kecepatan cahaya), maka cahaya merah dengan $\lambda = 650$ nm memiliki $E = (6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s} \times 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1} / (6,5 \times 10^{-7} \text{ m})) = 3,06 \times 10^{-19}$ J, sedangkan cahaya warna hijau $\lambda = 500$ nm memiliki $E = 3,98 \times 10^{-19}$ J. Total energi foton yang dapat diserap senyawa (mol) sering disebut 1 Einstein. Jadi 1 einstein λ merah = $1,84 \times 10^5$ J.S.

Energi foton dapat juga dinyatakan dalam satuan eV (elektron volt). Satu eV adalah tenaga yang diperoleh elektron dengan muatan elektron (muatan elektron, $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C) yang dipercepat melalui beda potensial sebesar 1 volt, atau $1 \text{ eV} = (e) (1 \text{ V}) = (1,602 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (1 \text{ V}) = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Total energi foton per mol adalah $(1,602 \times 10^{-19} \text{ J} \times 6,023 \times 10^{23}) = 9,65 \times 10^4$ J). Maka, dalam eV dari E λ hijau = $(3,98 \times 10^{-19} \text{ J}) / (1,602 \times 10^{-19} \text{ J} / 1 \text{ eV}) = 2,5$ eV. Sedangkan satu mol cahaya merah ($\lambda = 650$ nm) adalah $1,9$ eV (yaitu $1,84 \times 10^5 / 9,65 \times 10^4$).

Ketika lampu LED (*Light Emite Dioda*) dipaparkan pada tumbuhan Kailan maka tumbuhan akan menyerap cahaya tersebut. Sehingga menyebabkan terjadinya proses eksitasi pada satu elektron dalam suatu molekul klorofil. Kemudian elektron yang berada pada orbit dasar (*ground state*) apabila tereksitasi, maka akan berpindah menjauhi keadaan dasarnya yang ada pada orbit tertentu. Kemudian menuju ke orbit baru yang jaraknya lebih jauh dari jarak yang sesuai dengan energi foton yang diabsorbsinya. Dimana molekul molekul pigmen yang telah menangkap foton akan berada pada kondisi tereksitasi. Sehingga energi

eksitasi inilah yang dimanfaatkan dalam proses fotosintesis dan pertumbuhan (Sinclair TR and Muchow RC, 1999).

Setelah daun menyerap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi kimia, udara yang mengandung CO₂ masuk kedalam daun, selanjutnya CO₂ tersebut menyebar diantara sel-sel daun, kemudian akar menyerap air yang dibutuhkan tanaman untuk proses fotosintesis, air tersebut mengalir dari akar menuju batang dan menuju ke daun. Kemudian molekul air dipecah oleh energi cahaya menjadi oksigen dan hidrogen. Selanjutnya molekul hidrogen digabung dengan molekul CO₂ yang membentuk glukosa, sehingga hasil fotosintesis yang berupa glukosa akan menjadi makanan tumbuhan, sedangkan oksigen akan dilepas ke udara (Kimball J.W, 1989).

Sedangkan pada keseluruhan grafik pertumbuhan daun dari banyaknya daun, panjang dan lebar daun lebih tinggi rata-rata penambahan warna hijau, mungkin dikarenakan faktor penanaman di daerah dengan suhu yang tinggi dan intensitas cahaya matahari yang tinggi mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan daun. Seperti yang dikatakan (Kurniaty dkk, 2010) intensitas cahaya yang terlalu tinggi akan berpengaruh terhadap aktivitas sel-sel stomata daun dalam mengurangi transpirasi sehingga mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman.

4.3 Integrasi Al-Quran

Al-Quran sebagai pedoman dan petunjuk bagi manusia agar manusia dapat menjalankan hidup sesuai ketentuan yang terkandung di dalam alquran sehingga mendapatkan keselamatan dan kebahagiaan di dunia maupun di akhirat. seperti yang terkandung dalam (QS. Al-Baqarah[2]: 2):

ذٰلِكَ الْكِتٰبُ لَا رَيْبَ فِيْهِ هُدًى لِّلْمُتَّقِيْنَ

Artinya: Kitab (Al-Qur'an) ini tidak ada keraguan padanya; petunjuk bagi mereka yang bertakwa (QS. Al-Baqarah[2]: 2).

Al-Quran surat Al-Baqarah ayat 2 menjelaskan bahwa al-quran bisa menjadi petunjuk bagi orang yang bertaqwa seperti yang ada dipenjelasan Tafsir Jalalain (Al-Mahally, 1990) Orang yang bertakwa ialah orang-orang yang mengusahakan diri mereka supaya menjadi takwa dengan jalan mengikuti perintah dan menjauhi larangan demi menjaga diri dari api neraka.

Maka dari itu sebagai makhluk Allah harus mengakui kebenaran Al-Quran agar kita dapat tergolong menjadi orang yang bertakwa. Al-Quran menjelaskan tentang bukti kebesaran dan kekuasaan Allah SWT. dalam menciptakan dan mengatur alam semesta dengan sangat sempurna dan mempunyai manfaat dan kegunaan masing-masing, salah satunya tanaman yang mempunyai banyak manfaat seperti yang ada di QS Abasa 24-32:

فَلْيَنْظُرِ الْاِنْسَانُ اِلَى طَعَامِهِ (٢٤) اَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا (٢٥) ثُمَّ شَقَقْنَا الْاَرْضَ شَقًّا (٢٦)
فَاَنْبَتْنَا فِيْهَا حَبًّا (٢٧) وَعِنَبًا وَقَضْبًا (٢٨) وَزَيْتُوْنًَا وَمَخْلًا (٢٩) وَحَدَائِقَ غُلْبًا (٣٠) وَفَاكِهَةً وَّاَبًّا
(٣١) مِّنَّا عَا لَكُمْ وَّلَا نَعْمَا لَكُمْ (٣٢)

Artinya: Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Kamilah yang telah mencurahkan air melimpah (dari langit), kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu disana Kami tumbukan biji-bijian, dan anggur dan sayur-sayuran, dan zaitun dan pohon kurma, dan kebun-kebun (yang) rindang, dan buah-buahan serta rerumputan. (Semua itu) untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu. (QS. Abasa[80]: 24-32).

Al-Quran surat Abasa ayat 24-32 menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan tumbuhan yang sangat bermanfaat bagi umat manusia. Dalam Tafsir Jalalain ayat-ayat ini memberitahukan bahwa Allah menciptakan tumbuhan sebagai sumber makanan bagi manusia dan hewan (Al-Mahally, 1990). Kutipan

sebelumnya menandakan bahwasanya tumbuhan merupakan sumber makanan bagi manusia dan hewan yang diperlukan bagi eksistensi biologisnya.

Sedangkan dalam tafsir Al-Quran al-Azim karya Ibnu Katsir menyatakan dengan diawali dengan proses menurunkan hujan dari langit ke bumi, kemudian masuk melalui celah-celahnya sehingga meresap biji-bijian yang tersimpan di dalam tanah dan tumbuhlah tetumbuhan yang muncul dan meninggi. Seperti halnya al-Qadb yang berarti sejenis sayuran. Menurut al Hasan al-Basri mengatakan bahwa al-Qadb adalah makanan ternak, sedangkan kata “al-Abb” diartikan sebagai tumbuh-tumbuhan yang hanya dimakan oleh binatang ternak dan tidak dimakan oleh manusia”(Abdullah, 2008).

Penjelasan lafadz al-Qadb menurut Hasan Al-Basri Al-Qadb hanya diartikan sebagai makanan ternak, sedangkan penjelasan Ibnu katsir al-Qadb diartikan sayuran, hanya saja dapat dimakan oleh binatang ternak jika tidak dimasak. Perbedaan antara kata al-Qadb dan al-Abb adalah al-Abb hanya diperuntukan binatang ternak, seperti rumput-rumputan, sedangkan al-Qadb dapat dimakan oleh manusia dan binatang ternak.

Kemudian setiap tanaman dalam dapat tumbuh membutuhkan proses kehidupan yang lebih dikenal dengan proses fotosintesis. Proses fotosintesis yang dilakukan tumbuhan hijau berlangsung dalam 2 fase. Fase pertama terjadi di dalam cahaya, fase kedua terjadi di dalam gelap.

Pada fase (memerlukan) cahaya terjadi ioisasi air menjadi komponen oksigen, nukleus hidrogen dan sejumlah gas. Gas oksigen keluar ke udara, dan nukleus atom hidrogen dan elektron yang lepas dipergunakan dalam fase kedua yang berlangsung di fase gelap, dimana diantara hasilnya adalah perubahan

karbondioksida menjadi zat gula atau zat karbohidrat apapun terbakar di dalam adanya oksigen, maka ia berubah menjadi karbon dioksida dan air dan keluar energi (Zaghloul, 2010).

Pada proses fotosintesis fase cahaya, tumbuhan mengambil energi matahari untuk melakukan fotosintesis salah satunya berupa cahaya, karena tumbuhan yang kekurangan cahaya saat perkembangan berlangsung akan menimbulkan gejala etiolasi, dimana batang kecambah akan tumbuh lebih cepat namun lemah dan daunnya berukuran kecil, tipis dan berwarna pucat (tidak hijau).

Secara teoritis indonesia berada di daerah khatulistiwa yang disinari matahari selama 10 – 12 jam sehari, maka waktu siang di indonesia selama 12 jam dan sisanya waktu malam. Penjelasan tentang siang dan malam Allah SWT telah berfirman dalam QS. Al-Isra' ayat 12:

وَجَعَلْنَا اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ آيَاتٍ فَمَحَوْنَا آيَةَ اللَّيْلِ وَجَعَلْنَا آيَةَ النَّهَارِ مُبْصِرَةً لِّتَبْتَغُوا فَضْلًا مِّن رَّبِّكُمْ
وَلِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ وَكُلَّ شَيْءٍ فَصَّلْنَاهُ تَفْصِيلًا (١٢)

Artinya: *Dan Kami jadikan malam dan siang sebagai dua tanda, lalu Kami hapuskan tanda malam dan Kami jadikan tanda siang itu terang, agar kamu mencari kurnia dari Tuhanmu, dan supaya kamu mengetahui bilangan tahun-tahun dan perhitungan. Dan segala sesuatu telah Kami terangkan dengan jelas.*(QS. Al-Isra'[17]: 12)

Ibnu Juraij telah meriwayatkan dari Abdullah ibnu Kasir sehubungan dengan makna firman-Nya “lalu Kami hapuskan tanda malam dan Kami jadikan tanda siang itu terang”(Al-Isra: 12). Bahwa yang dimaksud dengan tanda malam ialah gelapnya malam hari, sedangkan yang dimaksud dengan tanda siang hari ialah terangnya siang hari (Abdullah, 2008).

Perbedaan antara malam dan siang hari dapat ditandai dengan adanya matahari ketika siang hari dan tidak adanya cahaya ketika malam hari, akan tetapi

setiap jenis tanaman mempunyai pengaruh cahaya juga berbeda-beda. Tanaman C4, C3 dan CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*) memiliki reaksi fisiologi yang berbeda terhadap pengaruh intensitas, kualitas dan lama penyinaran oleh sinar matahari. Selain itu, setiap jenis tanaman memiliki sifat yang berbeda dalam hal fotoperiodisme, yaitu lamanya penyinaran dalam satu hari yang diterima tanaman. Perbedaan respon tumbuhan terhadap lama penyinaran atau disebut fotoperiodisme (Onrizal, 2009). Maka dari itu peneliti menggunakan penambahan cahaya sesuai kekuatan dan ketahanan tanaman tersebut.

Cahaya memiliki spektrum warna yang berbeda-beda, setiap spektrum warna juga memiliki panjang gelombang yang berbeda, hal itu dapat mempengaruhi efek kepada sesuatu yang dipaparnya. Terkait perbedaan warna Allah SWT telah berfirman dalam QS. An-Nahl ayat 13:

وَمَا ذَرَأَ لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ ﴿١٣﴾

Artinya: *dan Dia (menundukkan pula) apa yang Dia ciptakan untuk kamu di bumi ini dengan berlain-lainan macamnya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran.*(QS. An-Nahl: 13)

Al-Quran surat An-Nahl ayat 13 menjelaskan bahwa Allah menundukan makhluk yang telah diciptakan yang berlain-lain warna-warnanya seperti dalam tafsir Jalalain lafad ”*mukhtalifan alwanuh*” yang artinya “dengan berlain-lainan warnanya” (Al-Mahally, 1990), berlainan warna ada yang warna merah, kuning, hijau dan lain sebagainya, selatah lafad tersebut Allah SWT melanjutkan dengan lafadz penekanan (Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda kekuasaan Allah bagi kaum yang mengingatnya) agar manusia dapat mengingat dan dapat mengambil sebagai pelajaran”.

Dalam tafsir Jalalain dijelaskan bahwa Allah juga menciptakan berbagai warna dari banyaknya ciptaannya, termasuk juga warna cahaya yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan variasi warna lampu LED merah dan hijau sebagai *variable* penambahan pencahayaan untuk pertumbuhan tanaman kailan, dan dalam tafsir tersebut di jelaskan bahwa Allah memperlihatkan kebesaran dan kekuasaan-Nya bagi orang-orang yang dapat mengambil pelajaran didalamnya sebagai tujuan dari penelitian ini.

Semoga penelitian ini dapat memberikan sebuah wawasan dan khazanah keilmuan yang dapat bermanfaat bagi khalayak ramai.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh paparan LED warna merah dan hijau terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*brassica oleraceae*) dengan sistem hidroponik *cocopeat*, hasil dari penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Paparan LED warna merah dan hijau dengan variasi intensitas 10 lux, 20 lux, dan 30 lux mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan batang tanaman kailan. Dari ketiga variasi intensitas yang paling berpengaruh terhadap tinggi batang adalah 30 lux sebesar 6,35 cm. Sedangkan untuk pertumbuhan daun jika dilihat dari jumlah daun dan lebar daun variasi 30 lux lebih berpengaruh secara berurutan sebanyak 7,5 helai dan sebesar 2,42 cm, tetapi jika dilihat dari panjang daun variasi paparan 20 lux lebih berpengaruh sebesar 2,65 cm.
2. Paparan LED warna merah dan hijau dengan variasi penambahan lama paparan 6 jam dan 4 jam mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kailan, dalam pertumbuhan batang variasi penambahan 6 jam lebih berpengaruh sebesar 6,35 cm, sedangkan dalam pertumbuhan daun jika dilihat dari jumlah daun variasi 6 jam lebih berpengaruh sebanyak 7,5 helai, tetapi jika dilihat dari panjang dan lebar daun variasi paparan 4 jam lebih berpengaruh secara berurutan 2,42 cm dan 2,65 cm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang diberikan sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan penelitian bertempat di daerah dengan suhu tinggi.
2. Dapat dilakukan penelitian tentang pengaruh tanaman LED terhadap tanaman sejenis sayuran.
3. Dapat dilakukan penelitian dengan media hidroponik yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah bin Muhammad. 2008. *Tafsir Ibnu Katsir*. Jakarta: Pustaka Imam Syafi'i.
- Abidin, Zainal. 1990. *Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang ZPT*. Bandung: Angkasa.
- Agoes, D. 1994. *Berbagai Jenis Media Tanam dan Penggunaannya*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Al-Mahally, Imam Jalaluddin dan Imam Jalaluddin As-suyutti. 1990. *Tafsir Jalalain Berikut Asbab An-nuzulnya, Jilid I*. Bandung: Sinar Baru
- Al-Qarni Aidh. 2007. *Tafsir Muyassar*, Jakarta: Qisthi Press
- Al-Qur'an dan Terjemahan. 2004. Departemen Agama RI. Jakarta: J-ART
- Amaliah, S. 2012. Penggunaan Berbagai Media Tanaman Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Brokoli (*Brassica Oleracea Varitalica*) Dan Baby Kailan (*Brassica Oleracea Var. Alboglabra Baley*). *Jurnal wahana*, 2(1): 10- 16
- Anas, D. Susila dan Y. Koerniawati. 2004. Pengaruh Volume dan Jenis Media Tanam pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) dalam Teknologi Hidroponik Sistem Terapung. *Buletin Agronomi*. 32(3): 16 – 21
- Annisava, A.R. 2013. Optimalisasi Pertumbuhan Dan Kandungan Vitamin C Kailan (*Brassica Alboglabra L.*) Menggunakan Bokashi Serta Ekstrak Tanaman Terfermentasi. *Jurnal Agroteknologi*, 3(2):1-10.
- Arifin. 1989. *Dasar-dasar Klimatologi Pertanian*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya: 13 – 15
- Arisworo, Djoko. 2006. *Fisika Dasar*. Jakarta: Grafindo Media Pratama.
- Arteca, R. N. 2006. *Introduction to Horticultrual Science*. Thompson Delmar Learning, a part of the Thomson cooperation. USA : CABI Publisher
- Ashari, dkk. 2014. Kajian Terhadap Kenyamanan Ruang Teori Di fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta Ditinjau Dari Pencahayaan Alami dan Pencahayaan Campuran Yogyakarta: *Jurnal Sipil*.
- Azis, Samsinar. 2018. *Pengaruh Daya Lampu Led Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam (Amaranthus Sp.)*. Makasar : Uin Alauddin Makasar

- Bambang Murdaka Eka Jati, Tri Kuntoro Priyambodo. 2010. *Fisika Dasar*. Yogyakarta : CV Andi Offset
- Bian. Z, 2018 Uncovering LED Light Effects On Plant Growth: New Angles And Perspectives – LED Light For Improving Plant Growth, Nutrition And Energy-Use Efficiency. *Article In Acta Horticulturae*. Nottingham, United Kingdom
- Bureau of Energy Efficiency (BEE). 2005. *Components of an Electric Motor*. India: Ministry of Power.
- Campbell, N.A. 2008. *Biologi Edisi Ke 8 Jilid 1*. (Diterjemahkan Dari : Biology Eight Edition, Penerjeah : D.T. Wulandari). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Campbell, N. A. 2010. *Biologi Edisi ke 8 J ilid 3*. (diterjemahkan dari: Biology Eighth Edition, penerjemah : D.T. Wulandari). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Chang, Y.H. 1968. *Climate and Agriculture. An Survei of Ecol*. Aldine Publ Compn Chicago. P. 23 – 86.
- Darmawan. 2009. *Budidaya Tanaman Kailan*. Kanisius. Yogyakarta
- Erniyanti et al,. 2016. *Pengaruh Cahaya Terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau*. Samarinda: Mitreka Satata.
- Fahmi, Z. I. 2013. *Media Tanam Sebagai Faktor Eksternal Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman*. Balai Besar Perbenihan Dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya: Surabaya.
- Feng, Y., S. Huang, R. Gao, L. Weiguo, T. Yong, W. Xiaochun, W. Xiaoling, W. Yang. 2014. Growth of soybean seedlings in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red:far-red ratio. *Field Crops Res*. 15:245-253.
- Fitter A.H. dan Hay R. K. M. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Frederick, J. Bueche, and Eugene Hecht. 2006. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh*. Jakarta: Erlangga
- Giancoli, Douglas C., *Fisika Jilid 2*, diterjemahkan oleh Yuhilza Hanum dari Physics Fifth Edition, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2001.
- Gunawan, I dan A.R. Palupi (2012). Taksonomi Bloom–Revisi Ranah Kognitif: Kerangka Landasan Untuk Pembelajaran, Pengajaran, Dan Penilaian. *Jurnal Premiere Educandum*. 2(2):16-40

- Gunawan, L. W. 1992. *Teknik Kultur Jaringan Tanaman*. Bogor: Departemen Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi Insitut Pertanian Bogor.
- Handoko, P ., Dan Y. Fajariyanti. 2008. Pengaruh Spektrum Cahaya Tampak Terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Air Hydrilla Verticillata. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi FKIP*. Universitas Nusantara PGRI. Kediri.
- Haryadi, D., H. Yetti, Dan S. Yoseva. 2015. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kailan (Brassica Alboglabra L.). *Jurnal Online Mahasiswa Faperta*, 2 (2) : 1 – 10.
- Hasanah, L. 2013. *Manajemen Produksi Tanaman Kailan*. Jurusan Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Mataram. Mataram.
- Hasriani, D. K. Kalsim Dan A. Sukendro. 2013. *Kajian Serbuk Sabut Kelapa (Cocopeat) Sebagai Media Tanam*. Diambil Kembali Dari Repository Ipb: [Http://Repository.Ipb.Ac.Id/Handle/123456789/66060](http://Repository.Ipb.Ac.Id/Handle/123456789/66060) (P.7)
- Ika Susanti, N. S. (2009). Kandungan Klorofil Dan Pertumbuhan Kacang Panjang (Vigna Sinensis) Pada Tingkat Penyediaan Air Yang Berbeda. *Jurnal Sains Dan Matematika*, 17(3), 145-150.
- Irianto, K., 2012, *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme*, Bandung: Yrama Wigya.
- Irianto. 2008. Pertumbuhan Dan Hasil Kailan (Brassica Albogabra) Pada Berbagai Dosis Limbah Cair Sayuran. *Jurnal Agronomi*, 12(1): 50 – 53
- Kartika, Agnestika, dan Intan. 2017. Simulasi Panjang Gelombang Cahaya Terhadap Kualitas Tanaman Krisan (Chrysanthemum morifolium) Potong. *Jurnal Produksi Tanaman*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Kementrian Agama RI. 2016. Cahaya Dalam Perspektif Al-Qur'an Dan Sains Badan Litbang dan Diklat Kementrian Agama RI. Jakarta.
- Kimball, John W., *Biologi, Jilid 1*, terj. Siti Soetarmi dan Nawangsari Sugiri, Bandung; Erlangga, 1983, Cet. 5.
- Kurniaty R., Budiman B., Surtani M.,2010. Pengaruh Media dan Naungan Terhadap Mutu Bibit Suren (Toona sureni MERR.). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 7 (2) : 77-83
- Lakitan, Benyamin. 1996. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT. Radja Grafindo Persada.
- Lindawati Yesi, dkk. 2015. Pengaruh Lama Penyinaran Kombinasi Lampu Led Dan Lampu Neon Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy

(Brassica Rapa L.) Dengan Hidroponik Sistem Sumbu (Wick System). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol. 4, No. 3: 191-200. Lampung.

Lindawati, Y. 2015. *Pengaruh Lama Penyinaran Lampu LED Dan Lampu Neon Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L) Dengan Hidroponik Sistem Sumbu (Wick System)*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.

Lingga, P. 2005. *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Lingga. 2011. *Pengaruh Cahaya Terhadap Tumbuhan*. Jakarta: Institut Pertanian Bogor.

Lubis, R. A. 2010. *Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kailan (Brassica Oleraceae Var. Acephala DC.) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Dan Limbah Kulit Kopi*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.

Masdarina, Dkk. 2019. *Studi Perbandingan Pengaruh Berbagai Warna Lampu Dan Buyi Terhadap Pertumbuhan Sayuran Sawi Hijau (Brassica Rapa Var. Parachinensis L)*. JFT.No.1, Vol 6. Jurusan Fisika. Fakultas Sains Dan Teknologi. UIN Alauddin. Makassar.

Meriyanto, Dkk. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Granul terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan (Brassica Oleracea. L) Di Polybag. *Jurnal Triagro*. Fakultas Pertanian Universitas Tridiniati Palembang. Vol 1, No 1 (2016).

Morrow, Robert.C. 2008. LED Lighting in Horticultural. HortScience Volume 43.

Muhaimin. 2001. *Teknologi Pencahayaan*. Bandung: Refika Aditama.

Mukhlis, B. 2011. Penghematan Energi Melalui Penggantian Lampu Penerangan di Lingkungan UNTAD. *Jurnal Ilmiah Foristek*. Vol.1, No.2: 1-7.

Nirwan, S. 2007. Produksi Rlavonoid Daun Dewa (Gynura pseudochina (L.) DC) Asal Kultur In Vitro pada Kondisi Naungan dan Pemupukan. *Disertasi Sekolah Pascasarjana, Insitut Pertanian Bogor*.

Norfadila, Silvia Desta. 2019. *Pengaruh Warna Dan Intensitas Lampu LED (Light Emite Dioda) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Tanah (Arachis hypogaea L. Merril)*. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Nugraha, Y. M. 2010. *Kajian Penggunaan Pupuk Organik Dan Jenis Pupuk N Terhadap Kadar N Tanah, Serapan N Dan Hasil Tanaman Sawi (Brassica*

Juncea L.) Pada Tanah Litosol Gemolong. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.

Nybakken, J.W. (1988). *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan M. Ediman, Koesoebiono, D.G Bengen, M. Hutomo, & S. Sukardjo. Jakarta: PT. Gramedia.

Onrizal., A. Purwoko., & M. Mansor. 2009. Impact of Mangrove Forests Degradation on Fisherman Income and Fish Catch Diversity in Eastern Coastal of North Sumatra, Indonesia. Disajikan dalam *International Conference on Natural and Environmental Sciences 2009 (ICONES'09) at the Hermes Palace Hotel Banda Aceh on May 6-8, 2009*

Paeru, R.H., Trias Qurnia Dewi. 2015. *Panduan Praktis Bertanam Sayuran Di Pekarangan*. Bogor : Penebar Swadaya.

Paishal, R. 2005. *Pengaruh Naungan Dan Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Seledri (Apium Graveolens L) Dengan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung*.

Poincelot, R.P. 1980. *Horticulture: principles and practical applications*. London: Prentice-Hall.

Pracaya, 2005. *Hama Dan Penyakit Tanaman*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Prihmantoro, H., Dan Y.H. Indriani. 1999. *Hidroponik Sayuran Semusim Untuk Bisnis Dan Hobi*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Puspita, P. B.,Dkk. 2015. Pengaruh Biourine Sapi Dan Berbagai Dosis N Terhadap Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae L*). Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. *Jurnal Produksi Tanaman* 3 (1) : 1-8.

Rahmawati Elma. 2018, *Pengaruh Berbagai Jenis Media Tanam Dan Konsentrasi Nutrisi Larutan Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Mentimun Jepang (Cucumis Sativus L.)* . UIN Alauddin Makasar. Makasar.

Roslioni, R Dan N. Sumarni. 2005. Budidaya Tanaman Sayuran Dengan Sistem Hidroponik. *Jurnal Monografi No. 27*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran.

Rukmana. R. 2005. *Bertanam Kailan dan Petsai*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Runkle, E. 2016. *Red Light And Plant Growth*. Michigan State University Extension Floriculture Team.

Ryer, A. 1998. *Light Measurement handbook*. Technical Publications Dept. International Light, Inc.17 Graft Road Newburyport, MA.USA.pp.29-32.

- Salisbury, dan Ross. 1992. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: Insitut Teknologi Bandung Press.
- Samadi, B. 2013. *Budidaya Intensif Kailan Secara Organik dan Anorganik*. Pustaka Mina. Jakarta. Hal 107.
- Shihab, Quraish. 2012. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Silvester, M. Napitupulu Dan A. P. Sujalu. 2013. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam Dan Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kailan (Brassica Oleraceael.). *Jurnal Agrifor*, 12(2): 206-211.
- Sinclair TR And Muchow RC, 1999. *Radiation Use Efficiency*. Adv. Agronomy. 65: 215-265.
- Soebagio, Atmonobudi. 2012. “Meningkatkan Produktivitas Sayur-mayur dan Buah-buahan dengan Penyinaran Lampu LED”.
<http://atmonobudi.wordpress.com/2012/06/30/meningkatkan-produktivitasayur-mayur-dan-buah-buahan-dengan-penyinaran-lampu-led/> (Diakses 11 September 2020).
- Soedoyo, Peter.2004. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Soeleman, S dan Donor, R. 2013. *Halaman Organik: Mengubah Taman Rumah menjadi Taman Sayuran Organik untuk Gaya Hidup Sehat*. Jakarta Selatan: PT. Agro Media Pustaka.
- Sugara, K. 2012. *Budidaya Selada Keriting, Selada Lollo Rossa, Dan Selada Romane Secara Aeroponik Di Amazing Farm, Lembang, Bandung*. Skripsi. Departmen Agronomi Dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Suharyanto Dan E. Sulistiawati. 2012. *Teknologi Budidaya Kailan Dalam Pot*. Balai Pengkaji Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi.
- Sunardi, Dkk, 2012, *Fisika Berbasis Pendidikan Karakter Bangsa*, Bandung, Penerbit : PT Srikandi Empat Widya Utama.
- Suseno, H. 1974. *Metabolisme Dasar*. Departemen Agronomi. IPB. Bogor: 40–90.
- Syarifuddin Dkk, 2015. Pengaruh Variabel Warna Lampu Led Terhadap Pertumbuhan Tanaman Krisan. *Proseding Seminar Nasional Teknik Industri “Sustainable Manufacturing”* 3 September 2015. Yogyakarta.
- Tjasjono, Bayong, 1995. *Klomatologi Umum*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Utami. 2018. *Pengaruh Cahaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman*. Kajian Pustaka. Prodi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Udayana. Bali.

Vandre, W. 2011. Fluorescent Lights For Plant Growth. *Journal HGA-00432*.

Wang, J.W. and Ray,R. K. 1984. *Agricultural and Its Environment. Prediction and Control*. Kendall/Hunt Publ. Co. Iowa. Monteith, J. L. 1973. *Principles of Environmental Physics*. Edward Aenold. London.

LAMPIRAN

1. Data Hasil Pengukuran Tinggi Batang

Minggu 1

Pengulangan Ke-		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-Rata	
Merah	6jam	30	2,5	2,6	2,9	1,2	2,8	1,9	3,1	2,9	2,1	1,4	2,34
		20	2,8	1,9	1	2,2	3	3,2	2,4	3	1,3	2	2,28
		10	2,6	2	2,2	1,9	1,3	3	1,9	1,2	1,9	1,4	1,94
	4 jam	30	2,4	2,1	1,2	1,9	1,1	1,1	2,6	2,1	1,5	1,4	1,74
		20	1,5	1,4	2,5	1,9	2	1,9	0,8	1,9	1,3	2,1	1,73
		10	1,7	1,5	0,5	2,9	1,2	1,6	1,8	3,1	0,9	1,4	1,66
Hijau	6 jam	30	2	2,3	0,9	1,9	2,1	1,6	2,3	1,9	1,2	2	1,82
		20	3,1	1	1,2	1,3	1,5	1,3	1,9	1,8	3	1,7	1,78
		10	1,8	1,6	2,5	0,8	0,5	1,5	1,6	2,3	1,7	1,5	1,58
	4 jam	30	1,9	1,7	1,9	1,4	2	1,3	1,4	1	1,3	1,1	1,5
		20	1,4	1,7	1,9	1,3	1,5	1,2	1,7	1,2	2	1	1,49
		10	1,6	1,8	2	1,1	1,9	1,1	2,1	0,8	1	1,5	1,49
Kontrol		0	1,2	1	1,5	1,2	1,9	1,3	1,5	1,9	1,2	1,1	1,38

Minggu 2

Pengulangan Ke-		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-Rata	
Merah	6jam	30	3,7	3,5	3,1	2,7	3	3,2	4	3,4	3,5	2,4	3,25
		20	3,5	3,1	3,4	3,3	3,1	2,4	2,7	2,5	3,5	2,9	3,04
		10	2,5	3,2	3,2	3,7	3	1,3	2,5	2,3	3	3,2	2,79
	4 jam	30	2,7	2,5	3,2	2,6	2,4	2,5	3,3	2,5	2,4	2,1	2,62
		20	2	2,1	3,3	3	3,2	2,5	2	2	3	2	2,51
		10	2,5	1,5	4	2	2,5	2,4	2,5	2,5	1	2,5	2,34
Hijau	6 jam	30	3,1	3	2,6	2,9	3,1	2,7	2,7	2,3	3	2,5	2,79
		20	3	3	1,5	3,4	2,5	2,5	3,5	2,5	2,2	2,3	2,64
		10	2,5	2,4	2,6	2,2	2,8	2,4	2,2	2,5	2,8	2	2,44
	4 jam	30	2,5	2,7	3	2,5	2	3	1,9	2	2	2	2,36
		20	2,2	2,3	2,2	2,4	2	2,4	2,4	2,3	2,1	2,5	2,28
		10	2	2,4	2,7	2,2	2,9	2,7	2,6	1	2,1	2	2,26
Kontrol	0	2	2,7	2	1,5	2,3	3	1,5	1,5	2	2,5	2,1	

Minggu 3

Pengulangan Ke-		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-Rata	
Merah	6jam	30	5,1	5,3	4,9	4,8	5,0	4,6	5,6	4,8	4,8	3,4	4,80
		20	3,5	4,4	4,8	4,7	5,4	4,2	4,0	4,2	6,0	5,2	4,62
		10	4,3	4,5	4,7	3,7	4,9	3,8	4,6	4,6	4,8	4,7	4,44
	4 jam	30	4,5	4,2	5,1	4,7	3,9	4,1	4,6	4,6	4,4	3,8	4,37
		20	4,2	3,9	5,3	5,5	4,1	4,2	3,8	3,7	3,9	4,2	4,27
		10	4,5	3,8	6,1	3,5	3,8	4,3	4,4	4,0	2,5	4,3	4,09
Hijau	6 jam	30	4,5	3,8	3,6	4,5	5,8	4,7	5,0	3,9	5,3	4,6	4,55
		20	5,2	3,7	3,3	4,6	5,0	4,3	4,2	3,4	5,4	4,7	4,36
		10	4,2	3,9	4,3	3,6	4,5	5,0	3,9	4,7	4,5	4,2	4,25
	4 jam	30	4,5	4,8	4,5	4,7	3,7	5,0	3,9	3,8	4,1	4,0	4,28
		20	4,4	4,0	4,5	4,5	3,6	3,9	4,3	3,8	4,3	4,2	4,13
		10	3,7	4,2	4,6	4,2	4,5	4,4	4,0	2,6	4,1	3,9	3,99
Kontrol		0	3,3	4,3	3,3	3,6	3,9	4,2	2,9	2,8	3,8	3,8	1,38

Minggu 4

Pengulangan Ke-		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-Rata	
Merah	6jam	30	6,5	7	6,7	6,8	6,9	5,9	7,2	6,1	6	4,4	6,35
		20	3,5	5,6	6,2	6	7,7	6	5,3	5,8	8,4	7,4	6,19
		10	6	5,8	6,1	3,6	6,8	6,3	6,6	6,8	6,6	6,2	6,08
	4 jam	30	6,2	5,9	7	6,8	5,4	5,6	5,8	6	6,4	5,4	6,05
		20	6,4	5,7	7,2	8	5	5,9	5,5	5,4	4,8	6,4	6,03
		10	6,4	6	8,1	5	5	6,1	6,2	5,5	4	6	5,83
Hijau	6 jam	30	5,8	4,6	4,6	6	8,4	6,6	7,3	5,4	7,6	6,7	6,3
		20	7,4	4,3	5,1	5,7	7,4	6	4,9	4,3	8,6	7,1	6,08
		10	5,8	5,3	5,9	5	6,1	7,5	5,5	6,9	6,2	6,4	6,06
	4 jam	30	6,4	6,9	6	6,8	5,4	6,9	5,8	5,6	6,1	6	6,19
		20	6,6	5,7	6,7	6,6	5,1	5,4	6,1	5,3	6,4	5,8	5,97
		10	5,4	6	6,4	6,2	6	6	5,3	4,2	6	5,7	5,72
Kontrol		0	4,5	5,8	4,6	5,6	5,5	5,4	4,3	4	5,6	5,1	5,04

2. Data Hasil Pengukuran Jumlah Daun
Minggu 1

Pengulangan Ke-		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-Rata	
Merah	6jam	30	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2,8
		20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4 jam	30	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2,6
		20	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2,6
		10	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3,1
Hijau	6 jam	30	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2,8
		20	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2,9
		10	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2,8
	4 jam	30	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2,7
		20	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2,8
		10	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2,9
Kontrol		0	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2,7

Minggu 2

Pengulangan Ke-		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-Rata	
Merah	6jam	30	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4,1
		20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	4 jam	30	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3,9
Hijau	6 jam	30	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3,7
		20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		10	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3,9
	4 jam	30	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4,1
		20	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4,1
		10	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4,3
Kontrol		0	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3,9	

Minggu 3

Pengulangan Ke-		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-Rata	
Merah	6jam	30	6	6	6	5	6	6	6	6	7	5	5,9
		20	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		10	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	4 jam	30	5	6	6	6	5	6	6	5	6	5	5,6
		20	5	5	6	6	6	6	6	5	6	5	5,6
		10	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6,1
Hijau	6 jam	30	6	7	6	6	7	7	6	6	6	6	6,3
		20	6	6	6	6	6	6	7	5	6	6	6
		10	6	6	6	6	6	6	7	6	6	5	6
	4 jam	30	6	5	6	7	6	5	6	6	6	7	6
		20	6	6	6	6	6	6	5	6	7	5	5,9
		10	6	7	6	6	5	6	6	5	6	6	5,9
Kontrol		0	6	5	6	5	6	5	6	6	6	5,7	

Minggu 4

Pengulangan Ke-		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rata-Rata	
Merah	6 jam	30	8	8	7	8	6	7	8	7	6	6	7,1
		20	7	7	7	7	8	7	8	6	7	7	7,1
		10	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	4 jam	30	6	8	7	8	6	7	7	6	8	6	6,9
		20	6	6	7	7	7	7	7	6	7	6	6,6
		10	7	7	7	6	7	7	5	6	7	7	6,6
Hijau	6 jam	30	8	8	6	7	8	8	8	8	7	7	7,5
		20	8	7	8	8	7	7	7	7	7	7	7,3
		10	8	7	7	7	7	8	7	7	8	6	7,2
	4 jam	30	7	8	7	8	7	8	7	7	7	8	7,4
		20	7	7	7	7	7	7	8	7	8	8	7,3
		10	7	8	7	8	7	7	8	6	7	7	7,2
Kontrol		0	7	6	7	6	7	5	7	7	7	6,6	

3. Data Hasil Pengukuran Panjang Daun

Minggu 1

Pengulangan Ke-		1				2				3				4				5				
Daun Ke-		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
Merah	6jam	30	1,2	0,7	0,5		0,9	0,7	0,5		0,9	0,8	0,4		0,6	0,7			0,7	0,7	0,5	
		20	0,6	0,8	0,9		0,8	0,6	0,5		0,9	1	0,5		0,6	0,8	0,4		0,7	0,6	0,5	
		10	0,8	0,7	0,5		0,6	0,5	0,5		0,9	1	0,6		0,7	0,6	0,2		0,9	0,9	0,5	
	4 jam	30	0,6	0,6			0,9	0,8	1		0,8	0,7	0,9		0,7	0,5	0,3		0,9	0,8		
		20	0,7	0,6			0,7	0,8			0,8	0,9	0,9		0,9	0,9	0,6		0,7	0,7	0,9	
		10	0,8	0,7	0,5		0,7	0,7	0,5		1	1	1,5		0,5	0,5	0,5		0,7	0,7	0,7	
Hijau	6 jam	30	1	0,9	0,9		0,7	0,7	0,6		0,7	0,4			0,9	0,9	0,6		0,8	1	0,6	
		20	0,9	0,8	0,8		0,7	1	0,7		0,7	0,6	0,7		0,7	1,1	0,7		0,7	0,7	0,7	
		10	0,7	0,8	0,5		0,7	0,7	0,8		1	0,9	0,5		0,7	0,7	0,5		0,9	0,9	0,9	
	4 jam	30	0,9	0,7	0,5		0,9	0,9			0,8	0,8	0,8		0,6	0,7			0,8	0,7	0,6	
		20	1	0,9	0,5		0,7	0,9	0,9		0,8	0,7	0,5		0,8	0,7	1,1		1	0,7	0,6	
		10	0,9	0,9	0,8		0,7	0,6	0,5		0,6	1	0,7		0,7	0,8	0,7		0,7	0,7	0,8	
Kontrol		0	0,7	0,7	0,6		0,6	0,6			0,9	0,8	0,5		0,7	0,6			0,8	0,9	0,7	

6				7				8				9				10				rata-rata
a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
0,8	1	0,5		0,9	0,7	0,3		0,7	0,9	0,5		0,9	0,8	1		0,5	0,4			0,70357
0,9	0,8	0,6		0,9	0,9	0,6		0,8	0,6	0,4		0,8	0,6	0,5		0,6	0,7	0,3		0,67333
0,7	0,8	0,5		0,9	0,7	0,5		0,8	0,7	0,8		0,9	0,9	0,4		0,7	0,7	0,5		0,68
0,8	0,7	0,5		0,8	0,7	0,9		0,8	0,7			0,8	0,7	0,5		0,6	0,5			0,71154
0,8	0,8	0,6		0,9	0,7	0,7		0,5	0,6			0,8	0,8	0,5		0,5	0,6			0,72692
0,8	0,6	0,5		0,7	0,7	0,6		0,7	0,7	0,5		0,7	0,5	0,4	0,4	0,7	0,7	0,7		0,67419
1,1	0,9	0,8		0,8	0,8	0,5		0,9	1			0,7	0,8	1		0,8	0,7	0,6		0,78929
0,8	0,7	0,5		0,7	0,9	0,7		0,8	0,8			0,7	0,6	0,7		0,6	0,6	0,6		0,73103
0,7	0,7			0,7	0,7	0,5		0,7	0,5	0,5		0,7	0,7	0,5		0,7	0,6			0,69286
0,7	0,8			0,8	0,6	0,6		0,7	0,6	0,7		0,6	0,7	0,6		0,5	0,7	0,6		0,7
0,9	0,4	0,6		0,8	0,7	0,7		0,8	0,8			0,9	1,1	0,8		0,7	0,8			0,77857
0,8	0,8	0,9		0,8	0,8	0,8		0,5	0,4			0,7	0,7	0,9		0,9	0,7	0,5		0,73448
0,6	0,5			0,9	0,8	0,8		0,6	0,4	0,2		0,4	0,6	0,4		0,7	0,6	0,5		0,63333

Minggu 2

Pengulangan Ke-		1					2					3					4					
Daun Ke-		a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	
Merah	6jam	30	2,1	1,7	0,9	0,7		1,7	1,6	0,7	0,7		2	1,1	1,4	0,9		1,8	0,9	0,9	1	
		20	1,6	1,5	1,4	0,9		1,5	1,4	0,6	0,7		1,8	1,7	0,6	0,8		1,7	1,3	0,5	0,9	
		10	1,8	1,1	0,7	0,8		1,3	1,5	0,7	0,6		1,8	1,6	0,8	0,9		1,6	1,5	0,4	0,9	
	4 jam	30	1,6	1,9	1,9	1,2		0,8	0,8	1,5	0,5		1,7	2,3	1	1		1,3	1,4	0,8	0,8	
		20	1,3	1,6	0,9	0,9		1,4	0,9	0,8	0,8		1,9	1,6	1	1		1,8	1,5	0,9	0,9	
		10	1,3	1,7	0,9	0,9		1,2	1,6	0,8	0,8		2,3	2,6	0,9	0,9		1,8	0,7	0,6	0,6	
Hijau	6 jam	30	1,7	2,2	1,3	1,1		1,5	1,4	0,8	0,8		1,1	1,3	1			1,6	1	1,9	1	
		20	1,5	1,6	1	1		1,4	1,9	0,9	0,9		1,8	2,1	1	1		1,6	1,2	0,9	1	
		10	1,6	1,1	0,9	0,7		1,5	1,3	0,9	0,9		2	1,8	1	1		1,4	1,5	0,8	0,8	
	4 jam	30	1,2	1,1	0,9	0,8		1,3	1,2	0,8	0,9		2	2	0,9	0,9		1,1	1,1	0,8	0,7	
		20	1,6	1,9	0,9	1,9		1,7	1,7	1	1		2,1	2,1	0,9	0,9	1	2	1,6	0,9	0,8	
		10	1,6	1,5	0,7	0,8		1,6	0,6	2,1	0,9	0,9	1,6	1,7	0,9	0,9		0,9	1,7	0,9	1,3	0,5
Kontrol		0	1,6	1,3	0,8	0,5		1,2	0,8	0,8	0,6		1,8	1,5	0,9	0,8		1,1	0,9	0,8		

5					6					7					8					9				
a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
2,2	1,7	1	0,9		1,7	1,7	1	1		1,9	1	1,7	1		1	1,5	0,8	0,8		1,9	2,2	0,8	1,1	1
1,7	1,6	0,8	0,6		1,6	1,5	0,8	0,8		1,6	1,5	1,2	0,8		1,4	1,6	1,1	0,5		1,9	1,2	0,8	0,7	
1,6	1,2	0,8	0,6		1,5	1,1	0,6	0,7		1,8	1,5	1,2	0,7		1,6	1,4	1,1	0,6		1,8	1,2	0,9	0,6	
1,9	1,3	1,2	0,9		1,6	1,3	0,9	1,1		1,8	1,9	1	0,9		1,2	1,5	1,9	0,9		1,9	2,1	0,8	0,8	
1,8	1,7	0,7	0,7		1,7	1,1	0,7	0,7		1,7	1,5	1	1		1,4	0,7	0,7	0,9		1,2	1,7	0,9	0,9	
1,8	2	0,9	0,9		1,5	1,2	1	0,8		1,4	1,7	0,8	0,8		1,1	1,4	0,7	0,9		1,3	1,6	1	1	
2,1	1,8	1,1	1,1		1,8	1,6	0,7	0,9		1,6	1	1			0,9	0,9	1			2	1,6	0,8	0,8	
1,4	1,8	1	1		1,3	1,5	0,9	0,8		1,6	1,6	1,5	1,5		1,9	1,6	0,9	0,9		1,6	1,8	1	1	
2,4	1,4	1,1	1,1		1,1	0,8	0,8			1,6	1,1	0,8	0,8		1,1	1,5	0,8	0,5		1,6	1,3	0,8	0,8	
1,7	1,6	0,8	0,8		1,5	0,6	0,6	0,7		1,5	1,6	0,9	0,8		1,4	1,5	1,9	0,9		1,6	1,5	0,9	0,8	
2,1	1,1	1,1	0,8		2,1	2,1	0,9	0,9		0,9	0,9	1,9	1,5		1,5	1,2	0,9	0,9		1,2	1,5	0,9	0,8	
1,5	1,5	0,9	0,9		2	1,1	0,8	0,7		2,1	1,6	0,9	0,8	0,6	1,1	0,9	0,5	0,5		1,6	2	0,8	0,8	
1,4	1,3	0,9	0,6		1,7	1,4	0,9	0,8		1,5	1,2	0,7	0,6		1,1	1,5	0,6	0,5		1,6	0,9	0,8	0,7	

10					rata-rata
a	b	c	d	e	
1	1	0,5	0,6		1,25
1,6	1,4	0,6	0,6		1,17
1,4	1,6	0,7	0,4		1,12
1,5	1,4	0,7	0,5		1,29
1,5	0,7	0,7	0,7		1,14
1,3	1,6	0,8			1,21
1,4	1	1	1,6		1,28
1	1,6	0,9	0,9		1,30
1,6	1,8	0,9	0,9		1,17
1,3	1,4	0,5	0,8	0,7	1,12
2,1	1,6	0,9	1		1,34
1,2	1,5	0,8	0,5		1,13
1,4	1,1	0,6	0,5		1,02

Minggu 3

Pengulangan Ke-		1							2							
Daun Ke-		I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Merah	6jam	30	3	2,7	1,3	1,2	2,2	1,2		2,5	2,5	0,9	1,2	1,6	1,2	
		20	2,6	2,2	1,9	1,6	1	1,4		2,2	2,2	0,7	1,2	1,4	1	
		10	2,8	1,5	0,9	1,4	1,4	1,2		2	2,5	0,9	1	1	0,8	
	4 jam	30	2,6	3,2	3,6	2,2	1			1,4	0,8	2	0,8	1	1,4	
		20	1,9	2,6	1,6	1,6	1,2			2,1	1	1,4	1,4	1,2		
		10	1,8	2,7	1,3	1,6	1,4	1,2		1,7	2,5	1,1	1,4	1,2	1,2	
Hijau	6 jam	30	2,4	3,5	1,7	2	1,8	1,6		2,3	2,1	1	1,4	1,2	1,2	0,8
		20	2,1	2,4	1,2	1,8	1,6	1,4		2,1	2,8	1,1	1,6	1,2	1,8	
		10	2,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,4		2,3	1,9	1	1,6	1,2	1,2	
	4 jam	30	1,5	1,5	1,3	1,4	1,6	1,2		1,7	1,5	1,4	1,6	1,6		
		20	2,2	2,9	1,3	3,6	1,8	1,6		2,7	2,5	1,1	1,8	1,2	1,6	
		10	2,3	2,1	0,6	1,4	1,6	1,6		2,5	0,6	3,7	1,6	1,2	1	0,6
Kontrol		0	2,5	1,9	1	0,8	1,2	1,2		1,8	1	1,4	1	1		

3							4							5						
I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII
3,1	1,4	2,4	1,6	1,6	1,4		3	1,1	1,6	1,8	1			3,7	2,7	1,5	1,6	1,2	1,2	
2,7	2,4	0,7	1,4	1,6	1,8		2,8	1,8	0,6	1,6	1	1,4		2,7	2,6	1,1	1	1,2	1	
2,7	2,2	1	1,6	1,6	1,8		2,5	2,4	0,6	1,6	1,2	1		2,3	1,5	1,1	1	1,6	1,6	
2,6	3,9	1,1	1,8	1,4	1,2		1,9	2,3	1,3	1,4	1,2	0,8		2,9	1,8	2,2	1,6	1,6		
3	2,3	1,1	1,8	1,4	1,6		2,7	2,1	1,2	1,6	1,6	1,6		2,9	2,7	0,5	1,2	1,2	1,2	
3,6	4,2	0,3	1,6	1,8	1,8		3,1	0,9	0,7	1	0,8	0,8		2,9	3,3	1,1	1,6	1,2	1,2	
1,5	2,2	1,8	1	1,2	0,6		2,3	1,1	3,2	1,8	1,6	1,6		3,4	2,6	1,6	2	1,4	1,8	0,6
2,9	3,6	1,3	1,8	1,2	1		2,5	1,3	1,1	1,8	1,2	2		2,1	2,9	1,3	1,8	1,2	1,2	
3	2,7	1,5	1,8	1,8	1,6		2,1	2,3	1,1	1,4	1,2	1,2		3,9	1,9	1,3	2	1,6	1,6	
3,2	3,2	1	1,6	1,4	1,4		1,6	1,5	1,4	1,2	1	1,2	0,7	2,6	2,5	1	1,4	1,4	1,2	
3,4	3,5	1,3	1,6	1,8	1,2		3,2	2,5	0,7	1,4	1,4	1,2		3,2	1,5	1,6	1,4	1,8	1,2	
2,6	2,4	1,1	1,6	1	1,8		1,1	2,6	1,1	2,4	1,2	1,4		2,3	2,3	1	1,6	1,2		
2,7	2,2	1,3	1,4	1,6	1,4		1,5	1,2	1,4	1	1,2			2	1,7	1,1	1	1,4	1,6	

6							7							8						
I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII
2,6	2,4	1,5	1,8	1,4	1,8		2,6	2,9	1,3	3,1	1,8	1,6		1,9	2,1	1,1	1,4	1,2	1,6	
2,3	2,2	1	1,4	1,6	1,4		2,3	2,3	2,1	1,8	1,4	1,6		2	2,6	1,8	0,8	1,4	1	
2,3	1,4	0,7	1,2	1,2	1,4		2,3	2,7	2,3	1,9	1,2	1,6		2,4	2,1	1,4	1	1,4	1,2	
2,4	1,9	1,3	2	1,4	1,2		2,4	2,8	3,1	1,1	1,6	1,4		1,6	2,3	3,6	1,6	1,4		
2,6	1,4	0,8	1,2	1,4	1,4		2,6	2,5	2,3	1,3	1,8	1,6		2,3	0,8	1,2	1,6	0,8		
2,2	1,8	1,5	1,4	1,4	1		2,2	2,1	2,7	1	1,4	1,2		1,5	2,1	0,9	1,6	1,2	1,2	
2,5	2,3	0,6	1,6	2	1,6	0,8	2,5	2,4	1,2	1,5	2,2	1,4		0,9	0,8	1,8	1,6	1,6	1,8	
1,8	2,3	1,3	1,4	1,4	1,2		1,8	2,5	2,3	2,3	2,8	1,2	0,7	3	2,4	1,6	1,6	1,4		
1,5	0,9	1,4	1,6	1,2	1,2		1,5	2,5	1,5	1,1	1,4	1,2	0,8	1,5	2,5	1,1	0,8	1,2	0,8	
2,3	0,4	1	1,2	1,2			2,3	2,2	2,6	1,2	1,4	1,4		2,1	2,4	3,1	1,6	1,2	1	
3,3	3,8	1,2	1,6	1,6	0,6		3,3	1	1,1	3,1	2,8			2,2	1,6	1,6	1,6	1,4	1,4	
3,2	1,4	0,7	1,2	1,4	1,4		3,2	3,4	2,4	1	1,4	1,4		1,7	1,4	0,8	0,8	0,8		
2,8	2,3	1,6	1,4	1			2,8	2,1	1,6	0,6	1	1,6		1,6	2,6	1	0,8	1	0,6	

9							10							Rata-rata
I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
2,9	3,6	0,6	2	1,8	1,4	0,8	1,5	1,6	0,8	1	1,8			1,81864
3	1,8	1,1	1,2	1,4	1		2,6	2,1	0,9	1	1	1,2		1,635
2,7	1,5	1,4	1	1,6	1,6		2,1	2,5	0,9	0,6	1,2	1,2		1,57833
3	3,5	1,1	1,4	1,4	1,2		2,4	2,3	1,2	0,8	1			1,84643
1,6	2,6	1,3	1,6	1,4	1,4		2,5	0,8	1,2	1,2	0,8			1,6375
1,9	2,7	1,6	1,8	1,2	0,8	0,7	1,9	2,5	0,9	0,6	1,2	1,2		1,61311
3,3	2,4	0,6	1,4	1,2	1,4		2	1,3	1,4	3	1,4	1,2		1,71429
2,5	3	1,3	1,8	1,2	1		1,4	2,6	1,2	1,6	1	1		1,765
2,5	1,9	1,1	1,4	1,2	1,2		2,5	3	1,6	1,6	1,2			1,61833
2,6	2,3	1,2	1,4	1	1,2	0,5	2,1	2,1	0,4	1,4	1,2	1,2	0,6	1,55082
1,5	1,9	1	1,4	1,6	2		3,5	2,4	1,6	1,8	1,2			1,87647
2,5	3,3	0,7	1,4	1,2	1,2		1,5	2,3	1,1	0,8	1,6	1,2		1,62542
2,8	1,2	1,2	1,2	0,6	1		2,1	1,6	0,7	0,8	1,2	1		1,44386

Minggu 4

Pengulangan Ke		1								2								
Daun Ke-		a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h	
Merah	6jam	30	4,4	4,2	1,9	2	3,7	2	1	1	3,7	3,9	1,2	2	2,7	2	1	0,8
		20	4,1	3,3	2,7	2,7	1,6	2,3	0,7		3,3	3,4	0,9	2	2,3	1,6	0,8	
		10	4,3	2,1	1,2	2,3	2,3	2	1		3,1	4	1,2	1,6	1,6	1,3	0,5	
	4 jam	30	4,1	5,2	6,2	3,7	1,6	1,6			2	0,8	2,8	1,3	1,6	2,3	0,5	1
		20	2,8	4,1	2,7	2,7	2	1,6			3,2	2,3	2,3	2	2,3	1,7		
		10	2,6	4,2	1,9	2,7	2,3	2	1		2,5	3,9	1,6	2,3	2	2	1	
Hijau	6 jam	30	3,5	5,5	2,3	3,4	3	2,7	0,9	1,1	3,5	3,2	1,3	2,3	2	2	0,9	0,8
		20	3	3,6	1,5	3	2,7	2,3	0,8	1	3,2	4,2	1,4	2,7	2	3	1,5	
		10	3,9	1,9	1,9	2	2	2,3	1,3	0,8	3,5	2,8	1,2	2,7	2	2	0,9	
	4 jam	30	2	2,1	1,9	2,3	2,7	2	1		2,3	2	2,3	2,7	2,7	2,7	2	0,8
		20	3,1	4,4	1,9	6,2	3	2,7	1,5		4,2	3,7	1,3	3	2	2,7	1	
		10	3,4	3	1	2,3	2,7	2,7	1,1		3,9	0,6	6,1	2,7	2	1,6	0,8	0,7
Kontrol		0	3,9	2,8	1,3	1,3	2	2	0,9	2,7	1,3	2,3	1,6	1,6	1,6			

3								4								5							
a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h
4,8	1,9	3,9	2,7	2,7	2,3	1,4		4,8	1,4	2,7	3	1,6	2	1,5	0,6	6	4,2	2,3	2,7	2	2		
4,1	3,5	0,9	2,3	2,7	3	1,8		4,5	2,6	0,8	2,7	1,6	2,3	1,4		4,2	4,1	1,6	1,6	2	1,6	0,8	0,7
4,1	3,1	1,3	2,7	2,7	3	1,6		3,9	3,8	0,9	2,7	2	1,6	1,2		3,4	2	1,6	1,6	2,7	2,7	1,5	
4	6,3	1,3	3	2,3	2	1		2,8	3,7	2,1	2,3	2	1,3	0,8	0,6	4,4	2,6	3,7	2,7	2,7	2,3		
4,7	3,4	1,3	3	2,3	2,7	1		4,1	3	1,7	2,7	2,7	2,7	1,4		4,6	4,2	0,2	2	2	2	0,4	
5,6	6,6	0,6	2,7	3	3	1,4		5,1	1,2	0,9	1,6	1,3	1,3			4,6	5,3	1,4	2,7	2	2	0,7	
2,1	3,6	3	1,6	2	0,9			3,4	1,3	5,2	3	2,7	2,7	1,4		5,4	3,8	2,4	3,4	2,3	3	1,6	1
4,6	5,9	1,8	3	2	1,6	0,5	0,8	3,9	1,5	1,4	3	2	3,4	1,7	1	3,2	4,6	1,8	3	2	2	0,7	
4,5	4,1	2,3	3	3	2,7	1,5		3,2	3,5	1,6	2,3	2	2	1		6,2	2,7	1,6	3,4	2,7	2,7	0,9	
5	5	1,2	2,7	2,3	2,3	0,8		2,4	2,1	2,3	2	1,6	2	1,5	0,6	4	3,9	1,3	2,3	2,3	2	0,9	
5,4	5,6	1,9	2,7	3	2	1		5	3,9	0,4	2,3	2,3	2	0,4		4,9	2,1	2,4	2,3	3	2	0,9	
4,1	3,5	1,4	2,7	1,6	3	1,5		1,4	4	1,4	4,1	2	2,3	1	0,9	3,5	3,5	1,2	2,7	2	2	0,6	
4,1	3,3	1,9	2,3	2,7	2,3	1,3		2,1	1,7	2,3	0,4	2	1,6			2,9	2,3	1,4	1,6	2,3	2,7	1,2	

6								7								8							
a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h
4	3,5	2,3	3	2,3	3	1,8		4	4,4	1,8	5,2	3	2,7	1,2	1	2,8	3	1,6	2,3	2	2,7	1,5	
3,4	3,3	1,3	2,3	2,7	2,3	1,1		3,4	3,4	3	2,7	2,3	2,7	0,9	1,2	2,9	4,1	2,9	1,3	2,3	1,6		
3,5	1,9	0,9	2	2	2,3	1,3		3,5	4,1	3,5	3	2	2,7	1,2		3,6	3,2	1,9	1,6	2,3	2	0,6	
3,6	2,8	1,9	3,4	2,3	2	1		3,6	4,3	4,9	1,3	2,7	2,3	1		2,2	3,5	6,2	2,7	2,3	2		
4	1,9	1	2	2,3	2,3	1,1		4	3,7	3,5	1,8	3	2,7	1,2		3,7	1	2	2,7	1,3	1,6		
3,3	2,7	2,3	2,3	2,3	1,6	0,8		3,3	3,2	4,2	1,3	2,3				2,1	3,2	1,2	2,7	2	2		
3,6	3,4	0,5	2,7	3,4	2,7	1,1	1,1	3,6	3,6	1,5	2,3	3,7	2,3	0,8	1,2	0,9	0,7	3	2,7	2,7	3	2,2	0,8
2,6	3,5	1,9	2,3	2,3	2	1		2,6	3,9	3,4	3,5	4,8	2	0,4		4,7	3,6	2,7	2,7	2,3	2,3	1,7	
2,1	1,1	2,3	2,7	2	2	1,5	0,6	2,1	3,9	2,1	1,6	2,3	2	0,7		2,1	4	1,6	1,3	2	1,3	0,5	
3,5	0,4	1,6	2	2	2,3	1,7	0,7	3,5	3,3	4,1	1,7	2,3	2,3	1,1		3,2	3,8	4,9	2,7	2	1,6	0,5	
5,1	6,4	1,7	2,7	2,7	0,9	0,4		5,1	1,2	1,4	4,9	4,8	2,3	1	1,2	3,3	2,2	2,7	2,7	2,3	2,3	1,7	
5	1,9	0,6	2	2,3	2,3	0,7		5	5,4	3,6	1,2	2,3	2,3	0,8	1,2	2,6	2,2	1,3	1,3	1,3	0,9		
4,5	3,7	2,7	2,3	1,6				4,5	3	2,2	0,5	1,6	2,7	1,1		2,4	4,3	1,6	1,3	1,6	0,9	0,7	

9								10								
a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h	rata-rat
4,4	5,7	0,4	3,4	3	2,3			2,3	2,5	1,3	1,6	3	0,9			2,59014
4,7	2,7	1,6	2	2,3	1,6	0,8		4,1	3,2	1,4	1,6	1,6	2	1,3		2,3169
4,1	2	2,2	1,6	2,7	2,7	1,7		3,2	3,9	1,2	0,9	2	2	1		2,27
4,7	5,6	1,6	2,3	2,3	2	1	0,8	3,8	3,7	2	1,3	1,6	1,3			2,58841
2,2	4	1,9	2,7	2,3	2,3	1,3		4	1	2	2	1,3	1,6			2,38182
2,8	4,4	2,5	3	2	1,3	0,7		2,8	3,9	1,1	0,9	2	2	0,7		2,39242
5,3	3,6	0,3	2,3	2	2,3	0,5		2,9	1,8	2	5,1	2,3	2	0,9		2,41333
3,9	4,8	1,8	3	2	1,6	0,5		2	4,1	1,7	2,7	1,6	1,6	0,6		2,45753
3,9	2,8	1,6	2,3	2	2	1	0,7	3,9	4,8	2,7	2,7	2	1,6			2,27639
4,1	3,5	1,7	2,3	1,6	2	0,9		3,3	3,2	0,3	2,3	2	2	0,9	0,7	2,21622
2	2,5	1,2	2,3	2,7	3,4	1,6	1,1	5,6	3,6	2,7	3	2	2,3	1,7	0,7	2,65205
3,9	5,3	0,6	2,3	2	2	0,4		2	3,5	1,6	1,3	2,7	2	1		2,24722
4,6	1,7	1,8	2	0,9	1,6	0,9		3,2	2,4	0,9	1,3	2	1,6	0,8		2,0697

4. Data Hasil Pengukuran Lebar Daun

Minggu 1

Pengulangan Ke-		1				2				3				4				5				
Daun Ke-		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
Merah	6 jam	30	1,5	1,1	0,4		1,3	1	0,4		1,3	1,1	0,3		1,1	1,1			1,2	1,1	0,4	
		20	1,3	1,5	0,6		1,5	1,2	0,3		1,3	1,7	0,3		1,1	1,3	0,3		1,5	1,4	0,4	
		10	1,1	1,1	0,4		1,1	1,3	0,4		1,8	1,6	0,4		1,4	1	0,2		1,4	1	0,4	
	4 jam	30	1,1	0,8			1,1	1,2	0,6		1,4	1,3	0,8		0,8	0,7	0,2		1,5	1,2		
		20	1,3	1,2			0,9	0,7			1,4	1,4	0,5		1,2	1,4	0,5		1,1	1,2	0,6	
		10	1,4	1,2	0,4		1,2	1,3	0,4		1,5	1,5	1		0,7	0,5	0,7		1,3	1,2	0,7	
Hijau	6 jam	30	1,6	1,3	0,5		1,3	1,2	0,5		1,2	0,3			1,6	1,4	0,5		1,2	0,6	0,9	
		20	1,2	1,2	0,6		1	1	0,7		1,2	0,4	1,2		1,3	0,6	1,1		1,5	1	0,5	
		10	1,1	1,3	0,5		1,1	1,2	0,6		1,5	0,5	1,3		1,1	1,2	0,5		1,5	1,7	0,6	
	4 jam	30	1,4	1,1	0,3		1,8	1,4			1,3	1,2	0,6		0,8	1,1			1,4	1,3	0,6	
		20	1,4	1,3	0,4		1,2	1,3	0,5		1,3	1,2	0,4		1,2	1,1	0,7		1,4	1,6	0,6	
		10	1,3	1,6	0,6		1,3	0,8	0,5		1,2	0,7	1,3		1,2	1,4	0,7		1,2	1,2	0,8	
Kontrol	0	1,4	1,3	0,5		1	0,8			1,8	1,3	0,4		1,1	0,9			1,1	1,3	0,5		

6				7				8				9				10				
a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	B	c	d	rata-rat
1,4	1,6	0,5		1,4	1,3	0,3		1,1	1,3	0,5		1,6	1,4	0,8		0,9	0,8			1,00714
1,4	1,5	0,4		1,4	1,5	0,6		1,2	1,1	0,3		1,3	1,2	0,3		0,9	1,1	0,2		1,00333
1,3	1,1	0,3		1,6	1,4	0,5		1,3	1,2	0,5		1,3	1,6	0,3		1,1	1,2	0,4		0,99
1,4	1,3	0,5		1,4	1,3	0,6		1	1,2			1,1	1,1	0,5		0,7	0,5			0,97308
1,2	1,2	0,5		1,5	1,2	0,5		1	1			1,2	1,1	0,6		0,9	1			1,01154
1,2	0,8	0,4		1,3	1,4	0,5		1,3	1,2	0,4		0,7	0,5	0,5	0,6	1,2	1,2	0,7		0,93226
1,5	1,5	0,6		1,4	1,2	0,3		1,3	1,5			1,3	1,4	0,5		1,4	1,2	0,5		1,06071
1,3	1,1	0,2		1,1	0,7	1		1,4	1,5			1,1	1,1	0,5		1,3	1,2	0,5		0,98276
1,2	1,1			1,1	1,1	0,5		1,1	0,5	0,3		1,4	1,3	0,5		1,4	1,5			1,025
0,9	1,1			1,1	1,2	0,4		1,4	1,2	0,5		1	1,3	0,7		1,1	1,3	0,7		1,04444
1,3	0,3	1		1,5	1,4	1,3		1,4	1,2			1,5	0,8	1,4		1,2	1,3			1,11429
1,3	1,3	0,5		1,5	1,5	0,7		0,7	0,6			1,1	1,2	0,7		1,1	0,8	0,3		1,00345
1,2	0,7			1,5	1,2	0,7		1,1	1,1	0,2		1,3	0,9	0,3		1,4	1,1	0,3		0,97778

Minggu 2

Pengulangan Ke-		1					2					3					4					
Daun ke-		a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	B	c	d	e	a	b	c	d	e	
Merah	6jam	30	2,5	1	1,4	1,1		1,2	1	1,3	1,2		1,4	1,5	1,1	1,3		1,2	1,2	1,2	0,7	
		20	1,6	1,5	1,5	0,8		1,5	1,2	1,2	1,1		1,9	1,5	1,4	0,6		1,8	1,3	1,5	0,4	
		10	1,6	1,1	1,2	0,8		1,7	1,5	1	0,8		1,8	1,6	1,1	0,5		1,6	1,4	1,2	0,8	
	4 jam	30	1,3	1,2	1,2	1,2		1,2	1,2	1	0,5		1,7	1,9	1,9	1,8		0,9	1,3	1,1	1,1	
		20	1,1	1,3	1,3	1,3		1,3	0,7	1,1	1,1		1,3	1,4	1,4	1,4		1	1,2	1,4	1,3	
		10	1,3	1,7	1,4	1,5		1,2	1,3	1	1		1,6	1,4	1,4	1		1,5	0,7	0,9	0,4	
Hijau	6 jam	30	1,5	1,5	1,6	1,5		1,5	1,3	1,3	1,4		0,9	1,1	1		1,5	1,5	1,6	1,7		
		20	1,4	1,2	1,3	1,3		1,4	1,5	1,3	1,3		1,6	1,5	1,3	1,3		1,3	1,1	1,3	1,3	
		10	1,2	1	1,3	1,2		1,3	1,1	1,4	1,4		1,3	1,5	1,2	1,4		1,4	1,1	1,2	1,2	
	4 jam	30	1,2	1	1,3	1,1		1,3	1	1	1,3		1,5	2	1,2	1,2		1,1	1,1	1,2	0,8	
		20	1,8	1,4	1	1,3		1,8	1,5	1,2	1,1		1,4	1,2	1,3	1,2		1,3	1,2	1,1	0,8	
		10	1,3	1,3	1,1	1,3		1,6	0,6	1,4	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5		1,3	1,1	1,3	1,3	0,5
Kontrol		0	1,4	1,3	0,7	0,4		1,4	1,2	0,7	0,4		1,8	1,3	1,1	0,6		1,6	1,4	1,4		

5					6					7					8					9				
a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
1,9	1,7	1,7	1,4		1,4	1,6	1,3	1,3		1,4	1,5	1,3	1,3		1,1	1,4	1,3	1,2		1,8	1,6	0,8	1,6	1
1,7	1,4	1,2	0,5		1,4	1,5	1,6	0,8		1,4	1,5	1,5	0,7		1,6	1,1	1,4	1,1		1,9	1,2	1,8	1,1	
1,4	1,4	1,2	0,8		1,5	1,8	1	1,2		1,6	1,4	1,2	1,2		1,5	1,2	1	0,8		1,6	1,6	1,1	1	
1,6	1,3	1,6	1,3		1,3	1,2	1,3	1,5		1,9	1,5	1,5	1,4		1,2	1,5	1,4	1,4		1,6	1,9	1,3	1,3	
1,5	1,4	1,2	1,2		1,5	1,1	1,2	1,2		1,7	1,5	1,5	1,5		0,9	1,1	1,1	0,7		1,2	1,7	1,2	1,2	
1,4	1,3	1,2	1,2		1,4	1,2	1,3	0,8		1,4	1,4	1,2	1		1,1	1,1	1,3	0,7		1,3	1,3	1,2	0,8	
1,9	1,4	1,7	1,6		1,1	1,3	1	1,2		1,6	1,5	1,5			1,6	1,5	0,5			1,5	1,4	1,3	1,3	
1,2	1,4	1,3	1,2		0,8	0,9	1,4	1,2		1,5	1,3	1,7	1,7		1,4	1,4	1,4	1,4		1,4	1,6	1,3	1,3	
1,7	1,4	1,8	1,8		1,1	1,1	1,1			1,1	1	1,3	1,3		1,1	1	1,4	0,6		1,4	1,1	1,3	1,3	
1,7	1,4	1,3	1,3		1,2	0,6	0,7	0,9		1,3	1,4	1,4	1,3		1,2	1,2	1,4	1,3		1,6	1,5	1,4	1,5	
1,2	1,1	1,3	0,7		1,5	1,3	1,3	1,1		1,4	1,5	1,2	0,8		1,6	1,2	1,4	0,9		1,6	1,5	1,6	0,9	0,8
1,5	1,4	1,4	1,4		1,5	1,3	0,9	0,9		1,5	1,4	1,3	0,8	0,6	0,9	0,9	0,7	0,6		1,8	1,3	1,2	0,9	
1,1	1,3	0,6	0,4		1,6	1,4	1,1	0,8		1,5	1,2	0,7	0,5		1,1	1,1	0,7	0,6		1,3	1,2	1,2	0,5	

10					Rata-rata
a	b	c	d	e	
1,3	1,3	0,5	0,9		1,31463
1,6	1,2	1	1,2		1,305
1,4	1,2	0,9	0,9		1,24
1,1	1	1	0,6		1,33
1	0,7	1,2	1		1,2275
1,1	1,6	1,1			1,19744
1,4	1,5	1,5	1,2		1,38919
1,3	1,4	1,2	1,2		1,3325
1,5	1,3	1,4	1,3		1,27179
1,1	1,3	0,8	1,2	0,9	1,22439
1,6	1,2	1,2	0,8		1,22083
1,2	1,2	1,1	0,9		1,2
1,4	1,1	0,6	0,6		1,03333

Minggu 3

Pengulangan ke-		1							2							
Daun ke-		a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f	g	
Merah	6jam	30	3,1	1,3	2,3	1,8	1	0,6		1,5	1,3	2,1	2	1	0,6	
		20	2,6	2,2	2,1	1,2	1,2	1,4		2,2	1,8	1,9	1,8	0,8	0,6	
		10	2,4	1,5	1,9	1,2	1	0,6		2,8	2,5	1,5	1,2	0,6	0,6	
	4 jam	30	2	1,8	2	2	0,8			1,5	1,6	1	0,6	1,2	1,6	
		20	1,5	2	2,2	2,2	0,8			1,9	0,6	1,8	1,8	1,2		
		10	1,8	2,7	2,3	2,6	1	0,6		1,7	1,9	1,5	1,6	1	0,6	
Hijau	6 jam	30	2	2,1	2,3	2,6	1,4	1,4		2,3	1,9	2	2,4	1	0,8	0,6
		20	1,9	1,6	1,8	2,2	1,2	1,2		2,1	2	1,9	2,2	1,6	1	
		10	1,7	1,2	2,1	2	1,2	0,6		1,9	1,5	2	2,4	1	1,2	
	4 jam	30	1,5	1,3	2,1	1,8	1	0,6		1,7	1,1	1,6	2,2	1,4		
		20	2,6	1,9	1,5	2,2	1,4	0,6		2,9	2,1	1,5	1,8	1,4	1,4	
		10	1,7	1,7	1,4	2,2	1,4	1,2		2,5	0,6	2,3	2,6	2,6	0,6	0,5
Kontrol		0	2,1	1,9	0,8	0,4	1	0,8		2,2	1,8	1	0,4	0,8		

3							4							5						
a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	D	e	f	g
1,9	2,2	1,8	2,2	1,4	1,2		1,8	1,7	2	1	0,8			3,1	2,7	2,9	2,4	1	1	
2,9	2	2,3	0,8	1,4	1,6		3	1,8	2,6	0,4	0,8	0,8		2,7	2,2	1,9	0,6	1	0,8	
2,7	2,2	1,6	0,6	1,4	1,6		2,5	2,2	2,2	1,2	1	0,6		1,9	1,9	1,9	1,2	1,4	1,4	
2,6	3,1	2,9	3,2	1,2	1		1,1	2,1	1,9	1,8	1	0,5		2,3	1,8	2,8	2,2	1,4		
1,8	1,9	1,9	2,4	1,2	1,4		1,1	1,5	2,2	2,2	1,4	0,9		2,3	2,1	1,5	2	1	1	
2,2	1,8	1,3	1,6	1,6	1,6		2,5	0,9	1,3	0,4	0,6	0,5		2,1	1,9	1,7	2	1	1	
1,1	1,8	1,6	0,4	1	0,4		2,1	2,1	2,6	3	1,4	0,9		3	1,8	2,8	2,8	1,2	1,6	0,9
2,5	2,4	1,9	2,2	1	0,8		1,9	1,1	1,9	2,2	1	1,1		1,7	2,1	1,9	2	1	1	
1,6	2,1	1,9	2,4	1,6	1,4		2,1	1,5	1,9	2	1	0,7		2,5	1,9	2,7	3,2	1,4	1,4	
2,2	3,2	1,6	2	1,2	1,2		1,6	1,5	2	1,2	0,8	0,7	0,6	2,6	2,1	2	2,2	1,2	1	
2	1,7	2,1	2	1,2	1		1,8	1,7	1,1	1,2	1,2	0,7		1,4	1,5	2	1	1,6	1	
2,2	2	2,3	2,6	0,8	1,6		1,9	1,4	1,9	2,2	1	0,8		2,3	2,1	2	2,4	1		
2,7	1,8	1,7	0,8	1,4	1,2		2,5	2,2	2,4	0,4	1			1,4	1,7	0,5	0,4	1,2	1,4	

6							7							8						
a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	D	e	f	g
2	2,2	2,1	2,2	1,2	1,6		1,9	2,3	2,3	2,2	1,4	1		1,5	1,9	2,1	2	1	1,4	
1,9	2,2	2,6	1,2	1,4	1,2		1,9	2,1	2,4	1	1,4	1,4		2,4	1,6	2,4	1,8	1,2	0,8	
2,3	2,8	1,5	2	1	1,2		2,3	2,1	1,9	2	1,4	1		2,2	1,7	1,2	1,2	1,2	1	
1,8	1,7	2,1	2,6	1,2	1		3	2,3	2,1	2,4	1,2	1		1,6	2,3	2,4	2,4	1,2		
2,2	1,4	1,8	2	1,2	1,2		2,5	2,3	2,3	2,6	1,4	1		1,3	1,6	1,8	1	0,6		
2	1,8	2,1	1,2	1,2	0,8		2,1	2,1	1,8	1,6	1	1		1,5	1,5	2,1	1	1	1	
1,1	1,7	1,2	2	1,8	1,4	0,7	2,4	2,2	2,5	0,4	1,2	1,2		2,3	2	0,6	1	1,4	1,6	
0,8	1,1	2,3	2	1,2	1		2,3	1,7	2,7	3	1	1,4	0,6	2	2	2,4	2,4	1,2		
1,5	1,5	1,8	0,4	1	1		1,5	1,3	2,1	2,2	1	1	0,5	1,5	1,5	2,3	0,8	1	0,6	
1,7	0,4	1	1,4	1			1,8	2,2	2,2	2,2	1,2	0,8		1,7	1,8	2,1	2,2	1	0,8	
2,1	2,2	2	1,8	1,4	0,4		2	2,3	1,7	1,2	1,2			2,4	1,6	2,4	1,4	1,2	1,2	
2,2	1,8	0,9	1,4	1,2	1,2		2,2	2	1,8	1,2	1,2	1,2		1,3	1,4	1	0,8	0,6		
2,6	2,3	1,8	1,2	0,8			2,1	1,6	0,6	0,6	1,4	1,2		1,6	1,8	1	0,8	0,8	0,4	

9							10							
a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f	g	rata-rat
2,7	2,4	0,6	2,8	1,4	1,2	0,7	2,1	2,2	0,6	1,4	0,6			1,70678
3	1,8	3,1	1,8	1,2	0,8		2,6	1,7	1,7	2	0,8	1		1,69667
2,3	2,3	1,8	1,6	1,4	1,4		2,1	1,7	1,3	1,4	1	1		1,61
2,4	3,1	2,1	2,2	1,2	1		1,6	1,5	1,6	0,8	0,8			1,77857
1,6	2,6	1,9	2	1,2	1,2		1,5	0,8	2	1,6	0,6			1,625
1,9	2,1	2	1,2	1	0,6	0,6	1,5	2,5	1,5	0,4	1	1		1,46557
2,3	2	1,6	2,2	1	1,2		2	2,3	2,4	2	1,2	1		1,66984
2,1	2,6	1,9	2,2	1	0,8		2	2,2	1,8	2	0,8	0,8		1,695
2,1	1,5	2,1	2,2	1	1		2,3	2	2,4	2,2	1			1,60667
2,6	2,3	2,2	2,6	0,8	1		1,7	1,9	1	2	0,6	1	0,6	1,55
2,3	1,9	2,4	1,4	1,4	1,8	0,7	2,5	1,6	2	1,2	1			1,63429
2,9	1,9	1,5	1,4	1	1		1,5	1,7	1,7	1,4	1,4	1		1,58644
2,2	1,8	2	0,6	0,4	0,8		2,1	1,6	0,7	0,8	1	0,8		1,32105

Minggu 4

Pengulangan Ke-		1									2							
Daun Ke-		a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	H	
Merah	6jam	30	4	1,8	3,7	2,9	1,5	0,8	1,2	0,7	2	1,8	3,3	3,2	1,5	0,8	1,7	1,2
		20	4,1	3,3	3	1,8	1,8	2,2	1,4		3,3	2,7	3	2,9	1,1	0,8	1,4	
		10	3,6	2,1	3	1,8	1,5	0,8	1,2		4,5	4	2,3	1,8	0,8	0,8	0,9	
	4 jam	30	3,1	2,7	3,2	3,2	1,1	0,4			2	2,2	1	0,8	1,8	2,5	1,7	1,4
		20	2,1	3,1	3,6	3,6	1,1	0,9			2,8	1,4	2,9	2,9	1,8	1,2		
		10	2,6	4,2	3,7	4,3	1,5	0,8	1,2		2,5	2,8	2,3	2,5	1,5	1,2	1,2	
Hijau	6 jam	30	2,8	3	3,4	4,3	2,2	2,2	1,7	1,7	3,5	2,8	3,1	3,9	1,5	1,1	1,2	1,2
		20	2,7	2,2	2,6	3,6	1,8	1,8	1,4	1,4	3,2	2,8	2,8	3,6	2,5	1,5	1,9	
		10	2,5	1,5	3,3	3,2	1,8	0,8	1,4	0,7	2,8	2,1	2,9	3,9	1,5	1,8	1,2	
	4 jam	30	2	1,8	3,3	2,9	1,5	0,8	1,2		2,3	1,3	2,5	3,6	2,2	0,4	1,7	1,7
		20	3,8	2,7	2,3	3,6	2,2	0,8	1,7		4,6	3	2	2,9	2,2	2,2	1,7	
		10	2,3	2,3	1,9	3,6	2,2	1,8	1,7		3,9	0,6	3,7	4,3	4,3	0,8	1,2	0,9
Kontrol		0	3,2	2,8	1	0,9	1,5	1,1	1,2		3,4	2,7	1,5	0,9	1,1	0,9		

3								4								5							
a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h
2,7	3,3	2,9	3,6	2,2	1,8	1,7		2,7	2,5	3,2	1,5	1,1	1,5	0,9	0,4	4,9	4,2	4,7	3,9	1,5	1,5		
4,4	2,8	3,7	1,1	2,2	2,5	1,5		4,8	2,6	4,3	0,4	1,1	1,8	0,9		4,2	3,4	3	0,8	1,5	1,1	0,5	0,7
4,1	3,1	2,4	2,2	2,5	1,4	0,9		3,9	3,4	3,7	1,8	1,5	1,1	1,5		2,7	2,7	3	1,8	2,2	2,2	0,9	
4	4,9	4,4	5,3	1,8	1,5	1,7		1,4	3,3	3,1	2,9	1,5	0,8	1,3	0,7	3,4	2,6	4,6	3,6	2,2	1,8		
2,6	2,7	2,7	3,9	1,8	2,2	1,7		1,3	2	3,4	3,6	2,2	2,2	1,4		3,5	3,2	2	3,2	1,5	1,5	0,9	
3,1	2,4	1,2	2,5	2,5	2,5	3,2		4	1,2	1,9	0,5	0,8	0,8			3,2	2,8	2,5	3,2	1,5	1,5	0,8	
1,4	2,9	2,5	0,4	1,5	1,2			3	3	4,1	5	2,2	2,2	1,4		4,7	2,4	4,5	4,6	1,8	2,5	0,6	0,9
3,9	3,8	2,8	3,6	1,5	1,1	0,7	1,2	2,8	1,1	2,8	3,6	1,5	2,9	0,7	1,2	2,5	3,2	2,8	3,2	1,5	1,5	0,9	
2,1	3	3	3,9	2,5	2,2	1,8		3,2	2,1	3	3,2	1,5	1,5	1		3,7	2,7	4,1	5,3	2,2	2,2	1	
3,3	5	2,2	3,2	1,8	1,8	1,4		2,4	2,1	3,2	1,8	1,1	1,5	0,9	0,4	4	3,2	3,1	3,6	1,8	1,5	0,8	
2,9	2,5	3,3	3,2	1,8	1,5	1,3		2,6	2,5	1,1	1,8	1,8	1,5	2,2		1,7	2,1	3,1	1,5	2,5	1,5	0,9	
3,4	2,8	3,5	4,3	1,1	2,5	1,2		2,8	1,9	2,8	3,6	1,5	1,8	0,7	1,2	3,5	3,2	2,9	3,9	1,5	1,5	0,8	
4,1	2,6	2,6	1,1	2,2	1,8	1,5		3,9	3,4	3,9	1,5	1,1	1,2			1,9	2,3	0,4	0,4	1,8	2,2	0,7	

6								7								8							
a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h
2,9	3,1	3,3	3,6	1,8	2,5	0,9		2,7	3,5	3,8	3,6	2,2	1,5	0,3	0,7	2,1	2,7	3,3	3,2	1,5	2,2	0,5	
2,7	3,3	4,1	1,8	2,2	1,8	0,9		2,7	3	3,8	1,5	2,2	2,2	0,6	0,9	3,6	2,4	3,9	2,9	1,8	1,1		
3,5	4,3	2,3	3,2	1,5	1,8	0,7		3,4	3,2	3	3,2	2,2	1,5	0,5		3,3	2,5	1,5	1,8	1,8	1,5	0,8	
2,6	2,5	3,3	4,3	1,8	1,5	0,7		4,7	3,5	3	3,9	1,8	1,5	0,9		2,2	3,5	3,9	3,9	1,8	1,5		
3,3	1,9	2,7	3,2	1,8	1,8	0,8		3,7	3,5	3,5	4,3	2,2	1,5	0,7		1,9	2,4	2,9	1,5	0,8	1,1		
2,9	2,7	3,3	1,8	1,8	1,1	0,7		3,2	3,2	2,7	2,5	1,5				2,1	2,1	3,3	1,5	1,5	1,5		
1,1	2,3	1,5	3,2	2,9	2,2	1,1	1,1	3,6	3,3	4	0,4	1,8	1,8	0,5	0,8	3,4	2,8	0,8	1,5	2,2	2,5	0,4	0,9
0,8	1,4	3,7	3,2	1,8	1,5	0,7		3,5	2,3	4,2	5	1,5	2,2	0,7		2,9	2,9	3,9	3,9	1,8	1,8	0,4	
2,1	2,1	2,9	0,4	1,5	1,5	0,7	0,7	2,1	1,8	3,3	3,6	1,5	1,5	0,5		2,1	2,3	3,7	1,1	1,5	0,8	0,5	
2,5	0,1	1,5	2,2	1,5	1,8	0,7	0,7	2,6	3,4	3,4	3,6	1,8	1,1	0,6		2,5	2,7	3,2	3,6	1,5	1,1	0,7	
3	3,6	3,1	2,9	2,2	0,4	0,7		2,9	3,5	2,5	1,8	1,8	1,5	0,7	0,8	3,6	2,2	3,9	2,2	1,8	1,8	0,4	0,7
3,3	2,6	0,9	2,2	1,8	1,8	0,9		3,3	2,9	2,6	1,8	1,8	1,8	0,8	0,9	1,9	2,2	1,5	1,1	0,8	0,4	0,4	0,4
4,1	3,7	2,9	1,8	1,1				3	2,2	0,5	0,8	2,2	1,8	0,8		2,4	2,9	1,5	1,1	1,1	0,4	0,4	

9								10								Rata-rata
a	b	c	d	e	F	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h	
4,1	3,6	0,3	4,6	2,2	1,8			3,3	3,6	0,8	2,2	0,8	0,4			2,31549
4,7	2,7	5,1	2,9	1,8	1,1	0,5		4,1	2,5	2,8	3,2	1,1	1,5	0,3		2,33521
3,4	3,4	2,9	2,5	2,2	2,2	0,4		3,2	2,5	1,9	2,2	1,5	1,5	0,5		2,22714
3,6	4,9	3,3	3,6	1,8	1,5	0,5	0,7	2,4	2,3	2,5	1,1	1,1	0,8			2,41739
2,2	4	3	3,2	1,8	1,8	0,5		2,3	1	3,2	2,5	0,8	1,1			2,2697
2,8	3,3	3,2	1,8	1,5	0,8	0,4		2,1	3,9	2,1	0,4	1,5	1,5	0,7		2,11818
3,5	2,9	2,1	3,6	1,5	1,8	1		2,9	3,5	3,8	3,2	1,8	1,5	0,6		2,296
3,2	4,1	2,8	3,6	1,5	1,1	0,7		3,1	3,4	2,7	3,2	1,1	1,1	0,6		2,3137
3,2	2,1	3,3	3,6	1,5	1,5	0,5	0,7	3,5	3,1	3,9	3,6	1,5	1,1			2,19306
4,1	3,5	3,4	4,3	1,1	1,5	0,6		2,6	2,8	1,3	3,2	0,8	1,5	0,6	0,7	2,08243
3,4	2,5	3,6	2,2	2,2	2,9	0,8	1,1	3,9	2,2	3,2	1,8	1,5	1,8	0,4	0,7	2,07609
4,6	2,8	2	2,2	1,5	1,5	0,9		2	2,5	2,6	2,2	2,2	1,5	0,5		2,09459
3,6	2,7	3,2	0,8	0,4	1,1	0,4		3,2	2,4	0,9	1,1	1,5	1,1	0,5		1,82424

5. Foto Dokumentasi



Luxmeter



pH Meter



TDS Meter



Cocopeat



Pencampuran *Cocopeat* dan Arang Sekam



Arang Sekam



AB Mix



Kain Flanel



Pengukuran dengan Penggaris



Biji Kailan



Pengukuran dengan Benang



Pengukuran dengan Benang



Ketika Malam Hari



BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : **Muhammad Rifqi Himami**
NIM : **14640004**
Jurusan : **Fisika**
Fakultas : **Sains dan Teknologi**
Judul Penelitian : **Pengaruh Paparan LED Warna Merah dan Hijau Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae*) dengan Sistem Hidroponik Cocopeat**
Pembimbing I : **Dr. H. M. Tirono, M.Si**
Pembimbing II : **Erna Hastuti, M.Si**

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	10 September 2020	Konsultasi Bab I dan II	
2.	23 September 2020	Konsultasi Bab III	
3.	26 Maret 2021	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	
4.	5 April 2021	Konsultasi Data Hasil di Bab IV	
5.	14 April 2021	Konsultasi Bab IV	
6.	3 Mei 2021	Konsultasi Kajian Agama Bab I, II dan III	
7.	22 Mei 2021	Konsultasi Bab V	
8.	25 Mei 2021	Konsultasi Kajian Agama dan ACC	
9.	21 Juni 2021	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan ACC	

Malang,
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003