

**PENGARUH INTENSITAS CAHAYA LED MERAH DAN BIRU
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN
CABAI RAWIT (*Capsicum Frutescens L.*) PADA SISTEM *INDOOR***

SKRIPSI

Oleh:
CHOIRUR ROZIQIN
NIM. 16640064



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

**PENGARUH INTENSITAS CAHAYA LED MERAH DAN BIRU
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN
CABAI RAWIT (*Capsicum Frutescens L.*) PADA SISTEM *INDOOR***

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:

**CHOIRUR ROZIQIN
NIM. 16640064**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH INTENSITAS CAHAYA LED MERAH DAN BIRU TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN CABAI RAWIT
(*CAPSICUM FRUTESCENS L.*) PADA SISTEM *INDOOR*

SKRIPSI

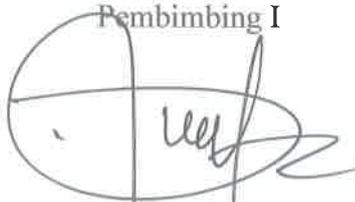
Oleh:

Choirur Roziqin

NIM. 16640064

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 2 Juli 2021

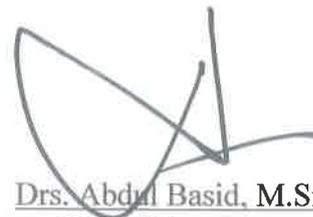
Pembimbing I



Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si

NIP. 19641211 199111 1 001

Pembimbing II



Drs. Abdul Basid, M.Si

NIP. 19650504 199003 1 003

Mengetahui

Ketua Jurusan Fisika




Dr. Intam Tazi, M.Si

NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH INTENSITAS CAHAYA LED MERAH DAN BIRU TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN CABAI RAWIT (*CAPSICUM FRUTESCENS L.*) PADA SISTEM INDOOR

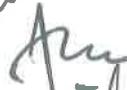
SKRIPSI

Oleh:

Choirur Roziqin

NIM. 16640064

Telah Dioertahankan di Depan Dewan Penguji
dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal, 22 Juli 2021

Penguji Utama :	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Ketua Penguji :	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Sekretaris Penguji :	<u>Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 1991111 1 001	
Anggota Penguji :	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika





Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : CHOIRUR ROZIQIN
NIM : 16640064
Jurusan : FISIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian : Pengaruh Intensitas LED Merah dan Biru Terhadap
Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit
(*Capsicum Frutescens L.*) pada Sistem Indoor

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, Juli 2021
Yang Membuat Pernyataan



Choirur Roziqin
NIM. 16640064

MOTTO

Give the Best

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur sedalam-dalamnya kepada Allah SWT. Penulis persembahkan maha karya tulis ini teruntuk kedua orang tua tercinta,

“Bapak Takribul Mujib dan Almh. Ibu Siti Zulifah”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, keinginan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik. Proposal skripsi yang telah penulis susun ini berjudul **“Pengaruh Intensitas Cahaya Led Merah Dan Biru Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens L.*) Pada Sistem *Indoor*”**.

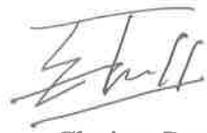
Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang dan penuh dengan ilmu pengetahuan yang luar biasa saat ini. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan penulisan proposal skripsi ini.

Selanjutnya kami ucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Muhammad Zainuddin, M.A., 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. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si selaku Dosen Pembimbing Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Dosen Pembimbing Integrasi
6. Segenap Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah bersedia mengamalkan ilmunya, membimbing, dan memberikan pengarahan selama perkuliahan.
7. Bapak, Ibu, dan keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dukungan yang berharga disetiap langkah penulis.
8. Segenap anggota teman-teman Biofisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda baik di dunia maupun di akhirat kelak, aamiin. Penulisan berharap semoga Proposal Skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca, dalam menambah wawasan ilmiah dan memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi kebaikan bersama.

Malang, 1 Juli 2021



Choirur Roziqin
NIM. 16640064

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	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	5
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	5
1.4.2 Manfaat Praktis	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lampu LED	7
2.2 Intensitas dan Energi Cahaya.....	8
2.3 Sistem Tanam Indoor.....	13
2.4 Cabai Rawit	14
2.4.1 Klasifikasi Cabai Rawit	14
2.4.2 Morfologi Cabai Rawit	14
2.4.3 Syarat Tumbuh Cabai	16
2.5 Fotosintesis Tanaman	18
2.5.1 Reaksi Terang Fotosintesis	19
2.5.2 Reaksi Gelap Fotosintesis	20
2.6 Interaksi Cahaya Merah dan Biru Terhadap Tanaman	20
2.7 Interaksi Intensitas Cahaya Terhadap Tanaman	22
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	26
3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	26
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.3.1 Alat Penelitian.....	26
3.3.2 Bahan Penelitian	26
3.4 Rancangan Penelitian.....	27
3.5 Variabel Penelitian.....	28
3.6 Alur Penelitian	29
3.7 Gambar Penelitian	30
3.8 Prosedur Penelitian	30

3.8.1	Pembuatan Media Penerangan	30
3.8.2	Pengujian Luminesensi	31
3.8.3	Prosedur Penanaman	31
3.8.4	Pemaparan Lampu	33
3.8.5	Teknik Pengambilan Data.....	33
3.8.6	Analisis Data.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data hasil penelitian	37
4.1.1	Pengaruh Intensitas Cahaya Lampu LED Merah Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (<i>Capsicum Frutescens L.</i>) Pada Sistem Tanam Indoor	38
4.1.2	Pengaruh Intensitas Cahaya Lampu LED Biru Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas <i>Tanaman</i> Cabai Rawit (<i>Capsicum Frutescens L.</i>) Pada Sistem Tanam Indoor	54
4.2	Pembahasan	64
4.3	Integrasi penelitian dengan Al-Qur'an	67
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	LED	7
Gambar 2.2	Penyerapan Energi Cahaya	21
Gambar 2.3	Transfer Elektron Pada FSI Dan FSII	23
Gambar 3.1	Skema Perancangan Ruang	30
Gambar 3.2	Skema Tata Letak	30
Gambar 4.1	Grafik Pengaruh Intensitas Lampu LED Merah Terhadap Tinggi Tanaman Cabai Rawit (<i>Capsicum Frutescens</i>).....	40
Gambar 4.2	Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya LED Biru Terhadap Tinggi Tanaman Cabai Rawit	40
Gambar 4.3	Grafik Pengaruh Intensitas Lampu LED Merah Terhadap Jumlah Daun Tanaman Cabai Rawit (<i>Capsicum Frutescens</i>).....	44
Gambar 4.4	Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya LED Biru Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	44
Gambar 4.5	Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya LED Merah Terhadap Jumlah Cabang.....	48
Gambar 4.6	Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya LED Biru Terhadap Jumlah Cabang Tanaman	48
Gambar 4.7	Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya LED Merah Terhadap Jumlah Buah Tanaman.....	52
Gambar 4.8	Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya LED Biru Terhadap Jumlah Buah Tanaman.....	52
Gambar 4.9	Grafik Perbandingan Pengaruh LED Merah Dan Biru Terhadap Tinggi Tanaman.....	55
Gambar 4.10	Grafik Perbandingan Pengaruh LED Merah Dan Biru Terhadap Jumlah Daun Tanaman	58
Gambar 4.11	Grafik Perbandingan Pengaruh LED Merah Dan Biru Terhadap Jumlah Cabang Tanaman	60
Gambar 4.12	Grafik Perbandingan Pengaruh LED Merah Dan Biru Terhadap Tinggi Tanaman.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Pengukuran Tinggi Tanaman	33
Tabel 3.2	Perhitungan Jumlah Daun	34
Tabel 3.3	Perhitungan Jumlah Cabang.....	35
Tabel 3.4	Perhitungan Jumlah Buah.....	35
Tabel 4.1	Pengaruh Intensitas Lampu Led Merah Terhadap Tinggi Tanaman..	38
Tabel 4.2	Pengaruh Intensitas Lampu Led Merah Terhadap Jumlah Daun Tanaman	38
Tabel 4.3	Pengaruh Intensitas Lampu Led Merah Terhadap Jumlah Cabang Tanaman	42
Tabel 4.4	Pengaruh Intensitas Lampu Led Merah Terhadap Jumlah Buah Tanaman	43
Tabel 4.5	Pengaruh Intensitas Lampu Led Biru Terhadap Tinggi Tanaman	46
Tabel 4.6	Pengaruh Intensitas Lampu Led Biru Terhadap Jumlah Daun Tanaman	47
Tabel 4.7	Pengaruh Intensitas Lampu Led Biru Terhadap Jumlah Cabang Tanaman	50
Tabel 4.8	Pengaruh Intensitas Lampu Led Biru Terhadap Jumlah Buah Tanaman	51
Tabel 4.9	Perbandingan Pengaruh Lampu Led Merah dan Biru Terhadap Tinggi Tanaman	54
Tabel 4.10	Perbandingan Pengaruh Lampu Led Merah dan Biru Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	57
Tabel 4.11	Perbandingan Pengaruh Lampu Led Merah dan Biru Terhadap Jumlah Cabang Tanaman	60
Tabel 4.12	Perbandingan Pengaruh Lampu Led Merah dan Biru Terhadap Jumlah Buah Tanaman	62

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Tinggi Tanaman
- Lampiran 2 Data Jumlah Daun Tanaman
- Lampiran 3 Data Jumlah Cabang Tanaman
- Lampiran 4 Data Jumlah Buah Tanaman
- Lampiran 5 Hasil Analisis Uji *ANOVA* Tinggi Tanaman
- Lampiran 6 Hasil Analisis Uji *ANOVA* Jumlah Daun Tanaman
- Lampiran 7 Hasil Analisis Uji *ANOVA* Jumlah Cabang Tanaman
- Lampiran 8 Hasil Analisis Uji *ANOVA* Jumlah Buah Tanaman
- Lampiran 9 Hasil Analisis Uji *Paired Sample T-Test* Tinggi Tanaman
- Lampiran 10 Hasil Analisis Uji *Paired Sample T-Test* Jumlah Daun Tanaman
- Lampiran 11 Hasil Analisis Uji *Paired Sample T-Test* Jumlah Cabang Tanaman
- Lampiran 12 Hasil Analisis Uji *Paired Sample T-Test* Jumlah Buah Tanaman
- Lampiran 13 Gambar Penelitian

ABSTRAK

Roziqin, Choirur. 2021. **Pengaruh Intensitas Cahaya LED Merah dan Biru Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens L.*) Pada Sistem Indoor**. Skripsi. Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen pembimbing : (I) Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si, (II) Drs. Abdul Basid, M.Si.

Kata Kunci: Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit, Lampu LED

Permintaan akan cabai rawit tiap tahunnya selalu mengalami peningkatan, akan tetapi hal tersebut tidak diimbangi dengan peningkatan produksinya. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil produksi cabai rawit, seperti iklim yang tidak menentu dan serangan hama. Oleh karena itu dibutuhkan teknik penanaman yang dapat dijadikan solusi. Saat ini berkembang sistem tanam indoor akan tetapi sistem ini memiliki kekurangan, yakni cahaya yang diterima tanaman kurang. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menambahkan paparan cahaya buatan berupa lampu LED. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) mengetahui pengaruh intensitas cahaya LED merah dan LED biru terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabai rawit indoor. (2) mengetahui perbandingan pengaruh intensitas LED merah dan LED biru terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabai rawit indoor. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor perlakuan yakni warna cahaya (merah dan biru) dan intensitas cahaya (100, 200, 300, 400, dan 500 lux), dengan parameter tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, dan jumlah buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian perlakuan lampu LED mempunyai pengaruh yang positif pada tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dan jumlah buah tanaman. Hasil penelitian juga menunjukselain itu, juga LED merah mempunyai pengaruh yang lebih baik terhadap tinggi tanaman dan jumlah buah, sedangkan LED biru mempunyai pengaruh yang lebih baik terhadap jumlah cabang dan jumlah daun. Oleh karena itu, dapat ditarik kesimpulan bahwa tanaman memerlukan kedua warna cahaya dengan intensitas yang tinggi agar dapat tumbuh optimal.

ABSTRACT

Roziqin, Choirur. 2021. **Effect of Red and Blue LED Light Intensity on Growth and Productivity of Cayenne Pepper (*Capsicum Frutescens L.*) on Indoor System**. Essay. Physics Departement. Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisor: (I) Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si, (II) Drs. Abdul Basid, M.Si.

Keywords: Growth and Productivity of Cayenne Pepper; LED Lights

The demand for cayenne pepper every year always increases, but this is not matched by an increase in production. There are several factors that affect the production of cayenne pepper, such as an uncertain climate and pest attacks. Therefore, planting techniques are needed that can be used as solutions. Currently developing an indoor planting system, but this system has a drawback, namely the light received by plants is less. One solution that can be done to overcome this is to add exposure to artificial light in the form of LED lights. The aims of this study were: (1) to determine the effect of red LED and blue LED light intensity on the growth and productivity of cayenne pepper plants indoor. (2) to compare the effect of the intensity of red LED and blue LED on the growth and productivity of cayenne pepper indoor. This study used a completely randomized design (CRD) consisting of two treatment factors, namely the color of light (red and blue) and light intensity (100, 200, 300, 400, and 500 lux), with the parameters of plant height, number of leaves, number of branches, and the number of fruits. The results showed that the LED light treatment had a positive effect on plant height, number of leaves, number of branches and number of plant fruit. The results also showed that red LEDs had a better effect on plant height and number of fruits, while blue LEDs had a better effect on number of branches and number of leaves. Therefore, it can be concluded that plants need both colors of light with high intensity in order to grow optimally.

الملخص

الرازقين، خير. 2021. تأثير كثافة الضوء الأحمر والأزرق على نمو وإنتاجية فلفل حريف (*Capsicum Frutescens*) (L) في الأنظمة الداخلية. مقال. البحث الجامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرفة (I). الدكتور الحاج محمد طيرونو الماجستير (II) وعبد الباسط، الماجستير

الكلمات المفتاحية: نمو وإنتاجية فلفل كايين ، مصباح LED

يزداد الطلب على فلفل حريف كل عام دائمًا ، لكن هذا لا يقابله زيادة في الإنتاج. هناك العديد من العوامل التي تؤثر على إنتاج الفلفل الحريف ، مثل المناخ غير المؤكد وهجمات الآفات. لذلك ، هناك حاجة إلى تقنيات الزراعة التي يمكن استخدامها كحلول. يتم حاليًا تطوير نظام زراعة داخلي ، ولكن هذا النظام له عيب ، ألا وهو أن الضوء الذي تتلقاه النباتات أقل. أهداف LED أحد الحلول التي يمكن القيام بها للتغلب على هذا هو إضافة التعرض للضوء الاصطناعي في شكل مصابيح الأزرق على نمو وإنتاجية نباتات الفلفل LED الأحمر وشدة ضوء LED هذه الدراسة هي: (1) تحديد تأثير ضوء داخلي لمقارنة تأثير شدة الصمام الأحمر والصمام الأزرق على نمو وإنتاجية فلفل حريف (2). الأماكن المغلقة الحريف في يتكون من عاملين للمعالجة ، وهما لون الضوء (الأحمر (RAL) استخدمت هذه الدراسة تصميمًا عشوائيًا بالكامل والأزرق) وشدة الضوء (100 ، 200 ، 300 ، 400 ، و 500 لوكس) ، مع معلمات ارتفاع النبات ، عدد الأوراق كان لها تأثير إيجابي على طول النبات ، عدد الأوراق LED وعدد الفروع وعدد الثمار. أظهرت النتائج أن المعالجة بضوء ، عدد الأفرع وعدد الثمار النباتية. أظهرت النتائج أيضًا أن المصابيح الحمراء كان لها تأثير أفضل على ارتفاع النبات وعدد الزرقاء تأثير أفضل على عدد الفروع وعدد الأوراق. لذلك ، يمكن استنتاج أن النباتات LED الثمار ، بينما كان لمصابيح تحتاج إلى لونين من الضوء بكثافة عالية من أجل النمو على النحو الأمثل

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai rawit (*Capsicum Frutescens*) merupakan tanaman yang masuk kedalam keluarga tomat-tomatan (*Solanaceae*). Cabai rawit biasanya digunakan sebagai bahan untuk masakan yang mempunyai citarasa pedas. Selain sebagai bahan masakan, cabai rawit belakangan juga digunakan sebagai bahan kosmetik, bahan pembuat koyo, bahan pewarna dan lain sebagainya. Menurut (Rukaman, 2002) cabai rawit mengandung vitamin A dan vitamin C yang baik untuk menjaga kesehatan mata dan untuk memelihara daya tahan tubuh. Selain itu, cabai rawit juga mengandung *capsaicin*, minyak atsiri *capsitol* dan *bioflavanoid* yang bermanfaat sebagai pereda nyeri (Lingga, 2012). Karena citarasa yang pedas serta manfaatnya tersebut, cabai rawit menjadi sayuran yang sangat digemari di Indonesia, sehingga kebutuhan akan cabai rawit selalu meningkat setiap waktunya. Akan tetapi produksi cabai rawit masih belum pasti. Cabai rawit menunggu waktu tertentu agar dapat menghasilkan panen yang maksimal. Hal tersebut tentu dapat memicu fluktuasi harga yang dapat menyulitkan baik bagi petani, pedagang, maupun konsumen. Berdasarkan data yang diambil dari kementerian pertanian republik indonesia pada tahun 2018 (KEMENTAN, 2018), produktivitas cabai rawit berada pada kisaran 6 Ton/Ha sampai 8 Ton/Ha tiap tahunnya pada tahun 2014-2018.

Sistem pertanian di Indonesia sebagian besar masih menggunakan cara lama. Hal tersebut membuat produksi cabe rawit hanya dapat dilakukan pada waktu tertentu saja agar terjaga produktivitasnya dan mendapatkan hasil yang maksimal. Banyak faktor yang mempengaruhi produktivitas cabe rawit diantaranya adalah

kualitas tanah yang buruk, serangan hama, keadaan iklim yang kurang mendukung dan masih banyak lagi. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem penanaman yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut.

Saat ini telah berkembang teknik penanaman menggunakan sistem indoor. Sistem tanam indoor merupakan sistem tanam yang menggunakan ruang tertutup sebagai tempat atau ruang untuk menanam. Sistem indoor mempunyai kelebihan salahsatunya adalah dapat meminimalisir serangan hama pada tanaman, iklim dari lingkungan dan keadaan tanah dapat lebih mudah dikontrol, serta tidak memerlukan tempat yang luas karena dapat diaplikasikan pada ruang-ruang yang ada dirumah. Sistem tanam indoor memungkinkan orang yang tidak mempunyai lahan outdoor dapat melakukan kegiatan cocok tanam. Adapun kekurangan dari sistem ini yaitu intensitas cahaya yang diterima tanaman akan kurang (Novinanto, 2019).

Intensitas cahaya merupakan besarnya energi cahaya yang mengenai suatu ruang atau objek. Intensitas cahaya juga dapat berarti banyaknya elektron cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya tiap satuan waktu. Dalam fotosintesis, cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya akan diabsorpsi oleh daun tumbuhan dan dengan bantuan energi cahaya tersebut, tumbuhan akan melakukan proses yang dinamakan fotosintesis. Intensitas cahaya yang minim akan membuat fotosintesis pada tanaman akan berjalan lambat, sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya (Setyowati, 2007). Kurangnya intensitas cahaya akan menyebabkan fotosintesis pada tanaman yang seharusnya mendapatkan intensitas cahaya yang optimal harus terganggu, yang akhirnya membuat tanaman tersebut mengalami gejala etiolasi, yaitu kondisi dimana daun tanaman berwarna pucat serta pertumbuhan batang yang terlalu cepat dan kurang kokoh.

Selain intensitas cahaya, spektrum cahaya juga penting dalam proses fotosintesis pada tanaman. Tidak semua spektrum warna dari cahaya tampak diserap optimal oleh tanaman. Cahaya biru dan merah merupakan warna cahaya yang paling efisien dalam proses fotosintesis dari seluruh spektrum cahaya tampak (Putri, 2018). Menurut (Hariyadi, 2017) spektrum cahaya yang dapat diserap tanaman saat melakukan fotosintesis adalah pada rentang panjang gelombang 400-700nm. Dari rentang panjang gelombang tersebut, rentang 390-510nm baik untuk proses pertumbuhan tanaman. Sedangkan pada rentang 700-730nm baik untuk merangsang proses pembungaan.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka dibutuhkan suatu cara agar cabai dapat tumbuh tanpa kekurangan cahaya dan mendapatkan spektrum cahaya yang sesuai dalam sistem tanam *indoor*. Caranya yaitu dengan menambahkan cahaya buatan dalam proses penanaman. Adapun cahaya yang digunakan bersumber dari lampu LED (*light emitting diode*). Lampu LED mempunyai banyak kelebihan daripada lampu listrik jenis lainnya. Lampu LED mempunyai kelebihan seperti kemampuan untuk mengontrol komposisi spektral yang dihasilkan. LED juga dapat dijadikan sumber cahaya monokromatik sesuai dengan yang kita inginkan. Hal tersebut membuat kita dapat mengatur spektrumnya agar sesuai dengan fotoreseptor tanaman (Massa, 2008), selain itu, lampu LED juga dikenal hemat energi dan tidak menghasilkan panas (Latifah, 2015).

Cahaya keberadaannya sangat berguna bagi kehidupan yang ada di bumi. Tanpa adanya cahaya matahari, bumi akan berada pada keadaan yang gelap. Tumbuhan-tumbuhan juga tidak akan bisa melakukan fotosintesis. Hal tersebut telah dijelaskan pada surah an-naba ayat 13-16:

وَجَعَلْنَا سِرَاجًا وَهَّاجًا (١٣) وَأَنْزَلْنَا مِنَ الْمُعْصِرَاتِ مَاءً ثَجَّاجًا (١٤) لِنُخْرِجَ بِهِ حَبًّا وَنَبَاتًا (١٥) وَجَنَّاتٍ أَلْفَافًا (١٦)

Artinya: “dan kami menjadikan pelita yang terang-benderang (matahari). (13) dan kami turunkan dari awan air hujan, yang tercurah dengan hebatnya. (14) untuk kami tumbuhkan dengan air itu biji-bijian dan tanaman-tanaman (15) dan kebun-kebun yang rindang (16).”

Dari ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah menjadikan matahari sebagai sumber cahaya bagi kehidupan. Dan dengan diturunkannya air hujan maka biji-biji dari tumbuhan yang ada ditanah akan tumbuh dengan subur.

Penelitian tentang penggunaan cahaya pada tanaman *indoor* telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Henandez, 2012), menunjukkan bahwa penambahan LED pada tanaman tomat *indoor* dapat meningkatkan diameter batang dan penambahan LED merah dapat meningkatkan konsentrasi klorofilnya. Sedangkan menurut (Sabzalian, 2019), mengungkapkan bahwa penambahan LED merah dan biru dapat merangsang metabolisme tanaman sehingga dapat meningkatkan kualitas buahnya. Kemudian menurut (Nanya, 2012), menyatakan bahwa iradiasi LED pada intensitas 75 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ cahaya merah/biru akan membuat batang tanaman lebih kokoh dan meningkatkan pembungaan selama pertumbuhan bibit tomat.

Penelitian sebelumnya tidak menggunakan intensitas LED merah dan biru secara terpisah. Oleh karena itu pada penelitian ini akan membandingkan penambahan LED merah dan biru dengan besar intensitas yang sama dan divariasi. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mengetahui spektrum cahaya yang tepat untuk diaplikasikan pada tanaman cabai sistem *indoor*. Selain itu, diharapkan juga agar masyarakat bisa mengaplikasikannya dirumah agar tidak terlalu bergantung pada pasar sehingga permintaan akan cabai dapat ditekan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana pengaruh intensitas cahaya lampu LED merah dan LED biru terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabai rawit *indoor*?
2. Bagaimana perbandingan pengaruh paparan lampu LED merah dan LED biru terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabai rawit *indoor*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya lampu LED merah dan LED biru terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabai rawit *indoor*.
2. Untuk mengetahui perbandingan pengaruh intensitas LED merah dan LED biru terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabai rawit *indoor*.

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah untuk menambah wawasan ilmu pengetahuan tentang pengaruh penambahan cahaya LED merah dan biru terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabe rawit (*Capsicum Frutescens L.*).

1.4.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang pengaruh pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabe rawit (*Capsicum frutescens L.*) jika diberikan paparan lampu LED dengan intensitas tertentu.

1.5 Batasan Masalah

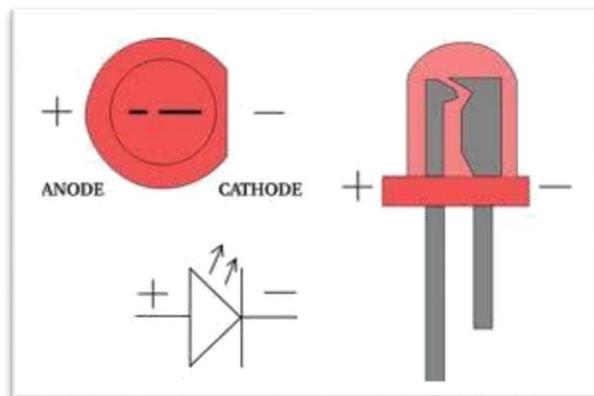
1. Tanaman ditanam menggunakan polybag.
2. Perlakuan dilakukan setelah masa pindah tanam (Usia 30 hari).

3. Pemaparan LED dilakukan selama 18 jam.
4. Intensitas yang dipakai adalah 100 lux, 200 lux, 300 lux, 400 lux, dan 500 lux.
5. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah cabe rawit varietas Bhaskara F1

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lampu LED

LED atau Light Emitting Diode adalah sebuah komponen elektromagnetik. LED dapat memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren jika diberi tegangan maju. LED hanya dapat menghasilkan cahaya ketika dialiri dengan arus listrik yang arahnya maju, yakni listrik dialirkan dari kutub positif (Anoda) menuju kutub negatif (Katoda). Jika dialiri searah sebaliknya maka arus yang mengalir sangat sedikit sehingga tidak terjadi eksitasi elektron (Silta, 2017).



Gambar 2.1 LED (Silta, 2017)

LED terbuat dari bahan semi konduktor yang merupakan keluarga dioda. Prinsip kerja dari LED ini adalah, ketika dioda dialiri listrik maka akan terjadi eksitasi elektron pada dioda tersebut dan dari peristiwa tersebut akan menghasilkan cahaya.

LED dapat memancarkan berbagai warna, tergantung dari bahan semikonduktor yang digunakan dan proses manufacturing. Lampu LED dapat menghasilkan warna cahaya mulai dari merah, kuning, hijau, biru dan putih. LED yang menghasilkan cahaya warna-warni komponen semikonduktornya terbuat dari

galium nitrit. Sedangkan LED yang menghasilkan cahaya putih, komponen semikonduktornya terbuat dari *indium galium nitrit* dan diberi fosfor.

Lampu LED merupakan sumber cahaya yang lebih ramah lingkungan daripada lampu listrik lainnya. Dengan menggunakan lampu LED, maka kita dapat menghemat energi sebesar 85% untuk kebutuhan penerangan. LED dapat menghasilkan intensitas cahaya yang besar namun dengan kebutuhan daya yang kecil. Lampu LED juga menghasilkan panas yang sedikit sehingga tidak mempengaruhi temperatur sekitarnya. Selain itu, lampu LED mempunyai usia pakai yang lama. Lampu LED dalam suhu ruang, dapat dipakai hingga 50.000-90.000 jam sehingga dapat mengurangi biaya pemakaian. Saat ini terdapat banyak sekali model lampu LED yang mana model tersebut disesuaikan dengan fungsi atau kegunaannya (Latifah, 2015).

2.2 Intensitas dan Energi Cahaya

Cahaya merupakan energi yang sangat vital bagi kehidupan yang ada di bumi. Dalam kehidupan sehari-hari, sumber cahaya yang paling banyak kita gunakan adalah matahari. Seperti pada surah al-furqan ayat 61

تَبَارَكَ الَّذِي جَعَلَ فِي السَّمَاءِ بُرُوجًا وَجَعَلَ فِيهَا سِرَاجًا وَقَمَرًا مُنِيرًا

Artinya: “Maha Suci Allah yang menjadikan di langit gugusan-gugusan bintang dan Dia menjadikan juga padanya matahari dan bulan yang bercahaya.”

Menurut tafsir Ibnu Katsir, Allah berfirman mengagungkan dan membesarkan diri-Nya atas seluruh apa yang diciptakan-Nya di langit berupa buruj, yaitu gugusan bintang-bintang besar. “Maha suci Allah yang menjadikan langit gugusan-gugusan bintang dan Dia menjadikan juga padanya siraaaj.” Yaitu matahari yang bersinar seperti lentera dalam kehidupan.

Dalam cahaya, terdapat besaran yang dinamakan intensitas. Intensitas cahaya (Cd) merupakan besaran yang menyatakan banyaknya fluks cahaya (Arus cahaya) yang dipancarkan oleh sumber cahaya tiap satuan sudut ruang. Satuan internasional dari intensitas cahaya adalah candela (Gabriel, 1988). Pada awalnya standar satuan intensitas cahaya adalah lilin. Akan tetapi, sistem satuan ini tidak bertahan lama karena banyak hambatan yang dihadapi untuk menggunakan satuan lilin. Kemudian pada tahun 1948 ditetapkan satuan standar intensitas cahaya yang baru berdasarkan cahaya yang dipancarkan oleh benda hitam (Kamajaya, 2007).

Intensitas cahaya (Candela) dihitung dari kekuatan sinar cahaya seluruhnya. Tidak memasukan hasil angka arah cahaya, dan hasil akhir kekuatan cahaya. Intensitas cahaya (Candela) adalah kuat cahaya yang memberikan cahaya sebanyak 1/20 kali banyaknya cahaya yang dipancarkan oleh 1 cm² platina pada titik lebur (Gabriel, 1988). Adapun rumus dari intensitas cahaya adalah:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (2.1)$$

Dengan I = intensitas cahaya (cd)

Φ = fluks cahaya (lm)

ω = steradian (Sr)

Fluks cahaya (Φ) merupakan besaran yang menyatakan jumlah energi yang dipancarkan oleh sumber cahaya tiap satuan waktu. Fluks cahaya juga biasa disebut arus cahaya. 1 fluks cahaya adalah banyaknya fluks cahaya yang dipancarkan dalam sudut ruang sebesar 1 steradian oleh sebuah sumber titik homogen yang mempunyai intensitas sebesar 1 candela (Young, 2002). Fluks cahaya mempunyai satuan lumen (lm). Fluks cahaya ini sebanding besarnya dengan energi cahaya .

Fluks cahaya dapat dirumuskan:

$$\Phi = \frac{Q}{t} \quad (2.2)$$

Dengan Φ = fluks cahaya (lm)

Q = energi cahaya (lm.s)

t = waktu (s)

Satu lumen (lm) didefinisikan sebagai besarnya arus cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya sekuat 1 candela dalam 1 steradial. Atau arus cahaya yang dipancarkan dari sumber cahaya yang menembus bidang seluas 1 m^2 dari kulit bola yang berjari-jari 1 m dan di titik tengah bola terdapat 1 lilin internasional atau sumber cahaya sebesar 1 candela (Gabriel, 1988).

Lumen dihitung kekuatan dari total sumber cahaya, dan tidak menghitung intensitas lain, hanya di sumber cahayanya saja dengan arah cahaya yang mengarah kesatu sisi. Sedangkan steradian adalah sudut ruang pada titik tengah bola antara jari-jari terhadap batas luar permukaan bola sebesar kuadrat jari-jarinya. Karena luas permukaan bola $4\pi r^2$, maka di sekitar titik tengah bola terdapat 4 sudut ruang yang masing-masing = 1 steradian. Jumlah steradian suatu sudut ruang dinyatakan dengan lambang (Ω).

Intensitas penerangan (E) atau illuminance adalah sebuah ukuran fotometri flux per unit atau flux density yang terlihat. Intensitas penerangan dapat menyatakan terang atau redupnya suatu cahaya yang mengenai suatu objek. Besarnya iluminansi cahaya diukur dari titik jatuh cahaya pada objek. Iluminansi suatu dari sumber cahaya yang sama dapat mempunyai nilai yang berbeda-beda tergantung dari besarnya fluks cahaya serta luas permukaan objek dan jarak sumber

cahaya terhadap objek. Intensitas penerangan dinyatakan dalam lux (lumen per meter persegi) atau foot-candela (Lumen per footkuadrat) (Ryer, 1998). Adapun rumus dari intensitas penerangan adalah:

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (2.3)$$

Dimana : E = intensitas penerangan (lx)

Φ = fluks cahaya (lm)

A = luas permukaan yang disinari (m²)

Intensitas cahaya dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diberikan, semakin cepat laju fotosintesis pada tanaman. Hal ini dikarenakan semakin banyak energi yang dapat mensintesis karbohidrat pada tanaman, yang kemudian hasilnya digunakan untuk proses pertumbuhan organ tanaman. Akan tetapi jika intensitas cahaya sangat tinggi atau berlebihan maka akan mengakibatkan meningkatnya suhu daun sehingga dapat merusak pigmen fotosintesis, struktur tilakoid serta klorofil tidak mampu mengabsorpsi cahaya dengan baik (Akmalia, 2017).

Selain intensitas, ada besaran dari cahaya yang dapat menjelaskan sifat-sifat satu cahaya dengan yang lain yaitu besaran energi cahaya. Besarnya energi tiap spektrum cahaya tampak berbeda-beda. Jika dilihat dari sifat gelombangnya, cahaya termasuk kedalam gelombang elektromagnetik, sehingga bisa merambat tanpa medium. Besarnya energi cahaya tergantung dari panjang gelombang dan frekuensinya. Besarnya energi cahaya dapat menentukan seberapa kuat cahaya tersebut dapat menembus suatu lapisan. Serta dapat menentukan karakteristik dari suatu gelombang cahaya.

Dalam al-Qur'an surah An-nur ayat 35 Allah berfirman:

اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ ۖ مِثْلُ نُورِهِ ۖ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۚ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ ۚ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبْرَكَةٍ 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

Artinya: “Allah (pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya-Nya, seperti sebuah lubang yang tidak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam tabung kaca (dan) tabung kaca itu bagaikan bintang yang berkilauan, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang diberkahi, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di timur dan tidak pula di barat, yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah memberi petunjuk kepada cahaya-Nya bagi orang yang Dia kehendaki, dan Allah membuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia. Dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu.”

Dalam Surat An-Nur ayat 35 tersebut, sangat jelas tersiratkan bahwa cahaya Allah melebihi apapun. Dalam artian bahwa Allah adalah Sang Maha Cahaya yang menjadi sumber penerangan bagi seisi jagat raya. Ibnu Katsir menjelaskan bahwa dalam ayat tersebut Allah memulai dengan menyebutkan cahaya-Nya, kemudian menyebutkan cahaya orang mukmin “perumpamaan cahaya orang yang beriman kepada-Nya”. Keterangan seperti mengandung arti bahwa Allah adalah lumbung cahaya besar, orang-orang mukmin pun juga bercahaya. Namun, cahayanya Allah besarnya tak terhingga, sedang cahaya orang-orang mukmin adalah kecil-kecil yang merupakan manifestasi dari kemahacahayaannya Allah.

Energi cahaya adalah energi yang dihasilkan oleh benda yang memancarkan cahaya. Energi cahaya merupakan pancaran energi berupa foton-foton. Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik, sehingga bisa merambat tanpa medium. Energi dari cahaya bergantung pada spektrum dari cahaya yang dipancarkan. Besarnya energi cahaya (Foton) bergantung pada besarnya frekuensi gelombang cahaya. Semakin besar frekuensinya, maka semakin besar energi dari spektrum

cahaya tersebut (Bueche, 2006). Energi cahaya dirumuskan sebagai berikut:

$$E = h \cdot f \quad (2.4)$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (2.5)$$

$$E = \frac{h c}{\lambda} \quad (2.6)$$

Dengan E = energi cahaya (eV)

h = tetapan plank ($6,626 \times 10^{-34}$ J.s)

c= kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

f= frekuensi (Hz)

λ = panjang gelombang (m)

2.3 Sistem Tanam Indoor

Pertanian dalam ruang atau *indoor farming* adalah teknik menanam dalam ruangan. Tujuan dari penanaman *indoor* adalah untuk meminimalisir hama serta dapat mempermudah petani mengontrol lingkungan tempat budidaya tanamannya. Teknik *indoor farming* tidak memerlukan lahan yang luas untuk melakukan cocok tanam. *Indoor farming* juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan ruangan dalam rumah. Kelebihan lain dari *indoor farming* adalah dapat meminimalisir penggunaan bahan kimia. Salah satu kekurangan dari *Indoor farming* adalah kurangnya pencahayaan. Biasanya untuk mengganti atau menambah cahaya yang kurang bisa digunakan lampu listrik. Penggunaan cahaya buatan dalam sistem tanam *indoor* telah banyak digunakan akhir-akhir ini di negara-negara yang memiliki empat musim dan terbukti dapat meningkatkan meningkatkan kualitas tanaman dan hasil panen (Kremes et al, 2007).

2.4 Cabai Rawit

2.4.1 Klasifikasi Cabai Rawit

Klasifikasi dari tanaman cabai menurut Cahyono, 2003 adalah sebagai berikut:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Corolliforea</i>
Famili	: <i>Solanaceae</i>
Genus	: <i>Capsicum</i>
Spesies	: <i>Capsicum frutescens</i>

2.4.2 Morfologi Cabai Rawit

Cabai rawit merupakan tanaman berbiji tertutup (*Angiospermae*) yang masuk kedalam keluarga terong-terongan (*Solanaceae*). Cabai rawit mempunyai morfologi yang kompleks. Morfologi cabai rawit meliputi organ batang, daun, bunga, buah biji, akar. Secara umum morfologi cabai rawit dapat dideskripsikan sebagai berikut (Cahyono, 2003).

a. Batang

Batang tanaman cabai rawit memiliki struktur yang keras dan berkayu. Batang berwarna hijau muda, hijau tua dan hijau gelap, berbentuk bulat, dan akan bercabang banyak. Batang utama tumbuh tegak dan kuat. Percabangan tanaman terbentuk setelah tanaman mencapai tinggi 30-45 cm. Cabang tanaman beruas-ruas, setiap ruas ditumbuhi daun dan tunas cabang. Tinggi maksimal cabang bisa mencapai lebih dari 100 cm.

b. Daun

Daun cabai rawit berbentuk bulat telur, dengan ujung runcing dan tepi daun rata (Tidak bergerigi/berlekuk). Ukuran daun lebih kecil dibandingkandengan daun tanaman cabai besar. Daun merupakan daun tunggal dengan kedudukan agak mendatar, memiliki tulang dan daun menyirip, dan tangkai tunggal yang melekat pada batang atau cabang. Jumlah daun cukup banyak sehingga tanamn tampak rimbun.

c. Bunga

Bunga tanaman cabai merupakan bunga tunggal yang berbentuk bintang. Bunga menunduk pada ketiak daun, dengan mahkota bunga berwarna putih. Penyerbukan bunga termasuk penyerbukan sendiri (*Self pollinated crop*), namun dapat juga terjadi secara silang dengan keberhasilan sekitar 56%.

d. Buah

Buah cabai rawit akan terbentuk setelah terjadi penyerbukan. Penyerbukan biasanya dibantu oleh serangga. Buah cabai rawit memiliki keanekaragaman dalam hal ukuran, bentuk, warna dan rasa buah. Buah cabai rawit dapat berbentuk bulat pendek dengan ujung runcing/berbentuk kerucut. Ukuran buah bervariasi, menurut jenisnya cabai rawit yang kecil-kecil memiliki ukuran panjang antara 2-2,5 cm dan lebar 5 mm. Sedangkan cabai rawit yang agak besar memiliki ukuran yang mencapai 3,5 cm dan lebar mencapai 12 mm. Warna buah cabai rawit bervariasi buah muda berwarna hijau/putih sedangkan buah yang telah masak berwarna merah menyala/merah jingga (Merah agak kuning) pada waktu masih muda, rasa buah cabai rawit kurang pedas, tetapi setelah masak menjadi pedas.

e. Biji

Cabai rawit merupakan tanaman biji berkeping dua (Dikotil). Biji cabai rawit berwarna putih kekuningan-kuningan, berbentuk bulat pipih, tersusun berkelompok (Bergerombol) dan saling melekat pada empulur. Ukuran biji cabai rawit lebih kecil dibandingkan dengan biji cabai besar. Biji-biji ini dapat digunakan dalam perbanyak tanaman (Perkembangbiakan).

f. Akar

Perakaran cabai rawit terdiri atas akar tunggang yang tumbuh lurus ke pusat bumi dan akar serabut yang tumbuh menyebar ke samping. Perakaran tanaman tidak dalam sehingga tanaman hanya dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tanah yang gembur, porous (Mudah menyerap air) dan subur.

2.4.3 Syarat Tumbuh Cabai

Syarat Tumbuh Tanaman Cabai Syarat tumbuh tanaman cabai dalam budidaya tanaman cabai adalah sebagai berikut :

1) Iklim

Suhu berpengaruh pada pertumbuhan tanaman, demikian juga terhadap tanaman cabai. Suhu yang ideal untuk budidaya cabai adalah 24-28°C. Pada suhu tertentu seperti 15°C dan lebih dari 32°C akan menghasilkan buah cabai yang kurang baik dan tanaman kurang produktif. Pertumbuhan akan terhambat jika suhu harian di areal budidaya terlalu dingin. Tanaman cabai rawit akan lebih baik tumbuh pada musim kemarau apabila dengan pengairan yang cukup dan teratur. Iklim yang dikehendaki untuk pertumbuhannya antara lain:

a) Sinar Matahari

Penyinaran yang dibutuhkan adalah penyinaran secara penuh (Sepanjang hari), bila penyinaran tidak penuh pertumbuhan tanaman tidak akan normal. Apabila penyinaran yang tidak penuh terjadi secara terus menerus, maka produktivitas tanaman cabai rawit akan terganggu.

b) Curah Hujan

Tanaman cabai rawit akan lebih optimal jika ditanam pada musim penghujan. Walaupun tanaman cabai tumbuh baik di musim kemarau tetapi juga memerlukan pengairan yang cukup. Adapun curah hujan yang dikehendaki yaitu 800-2000 mm/tahun.

c) Suhu dan Kelembaban

Tinggi rendahnya suhu sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Suhu yang tidak sesuai akan membuat fotosintesis pada daun kurang optimal. Adapun suhu yang cocok untuk pertumbuhannya adalah siang hari 21°C - 28°C , malam hari 13°C - 16°C , untuk kelembaban tanaman 80%.

d) Angin

Angin yang cocok untuk tanaman cabai adalah angin sepoi-sepoi. Angin berfungsi menyediakan gas karbondioksida (CO_2) yang dibutuhkannya.

2) Ketinggian

Tempat Ketinggian tempat untuk penanaman cabai adalah dibawah 1400 m dpl. Berarti cabai dapat ditanam pada dataran rendah sampai dataran tinggi (1400 m.dpl). Di daerah dataran tinggi tanaman cabai dapat tumbuh, tetapi tidak mampu memproduksi secara maksimal.

3) Tanah

Cabai sangat sesuai ditanam pada tanah yang datar. Dapat juga ditanam pada lereng-lereng gunung atau bukit. Tetapi kelerengan lahan tanah untuk cabai rawit adalah antara 0-100. Tanaman cabai juga dapat tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada berbagai jenis tanah, mulai dari tanah berpasir hingga tanah liat. Pertumbuhan tanaman cabai akan optimal jika ditanam pada tanah dengan pH 6-7. Tanah yang gembur, subur, dan banyak mengandung humus (Bahan organik) sangat disukai.

2.5 Fotosintesis Tanaman

Fotosintesis adalah suatu proses biokimia pembentukan karbohidrat dari bahan anorganik yang dilakukan oleh tumbuhan, terutama tumbuhan yang mengandung zat hijau daun, yaitu klorofil. Fotosintesis terjadi karena adanya penyerapan cahaya matahari dalam bentuk foton oleh klorofil tanaman, yang kemudian energi tersebut dieksitasi menuju pusat reaksi biokimia (Mohseni, 2008).

Pada saat proses fotosintesis, terjadi penyerapan (Absorpsi) energi cahaya berupa foton. Peristiwa penyerapan energi cahaya ini dilakukan oleh antena penangkap cahaya pada kloroplas. Adanya energi cahaya yang berupa foton membuat elektron yang ada di kloroplas tereksitasi menuju tingkat energi yang lebih tinggi dan dalam beberapa puluh picosecond kemudian menuju ke pusat reaksi fotosintesis (Klorofil-a) (Fassioli, 2009). Pada peristiwa absorpsi energi cahaya, hanya sebagian energinya saja yang ditransmisikan atau diteruskan menuju pusat fotosintesis. Besarnya energi yang ditransmisikan oleh daun dipengaruhi oleh besarnya koefisien absorpsi. Adapun besar energi yang ditransmisikan dapat dirumuskan sebagai berikut (Faraoni, 2006):

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (2.7)$$

Dengan I = intensitas cahaya yang ditransmisikan (W/m^2)

I_0 = intensitas cahaya yang diterima (W/m^2)

α = koefisien absorpsi

x = jarak (m)

Dalam prosesnya, fotosintesis dibagi menjadi dua langkah, yakni reaksi terang dan reaksi gelap.

2.5.1. Reaksi Terang Fotosintesis

Reaksi terang fotosintesis merupakan proses fotosintesis yang memerlukan energi cahaya. Pada reaksi terang, foton dari gelombang cahaya yang sesuai akan diserap oleh berbagai molekul pigmen (Klorofil-a, klorofil-b, dan karotenoid), dari fotosistem I dan energinya ditransfer ke molekul pigmen klorofil-a pada situs reaktif. Elektron pada klorofil-a kemudian terdorong naik ke tingkat energi yang lebih tinggi dan bergerak menuju reseptor kemudian menuju gradien energi bebas dan elektron akan bergerak sepanjang rantai siklus fotosintesis dan berakhir di koenzim NADP dan mengubahnya menjadi NADPH (Fassioli, 2009).

Selain pada fotosistem I pada fotosistem II juga terjadi eksitasi elektron. Elektron yang tereksitasi dari fotosistem II akan bergerak menuju reseptor dan bergerak menuju fotosistem I untuk menggantikan elektron dari fotosistem I yang tereksitasi. Sedangkan pada fotosistem II, elektron yang hilang akan digantikan dengan reaksi antara molekul air dan karbon dioksida yang diserap tanaman melalui daun dan akar kemudian akan menghasilkan oksigen sebagai hasil reaksinya (Van Grondelle, 2011).

2.5.2. Reaksi Gelap Fotosintesis

Pada reaksi gelap reaksi fotosintesis tidak membutuhkan cahaya. Pada reaksi ini akan terjadi reduksi CO₂ menjadi glukosa. Reaksi awal meliputi penyatuan CO₂ dengan *Ribulosa bifosfat* (RuBP). Dalam reaksi gelap akan memanfaatkan energi ATP dan NADPH hasil dari reaksi terang untuk energinya.

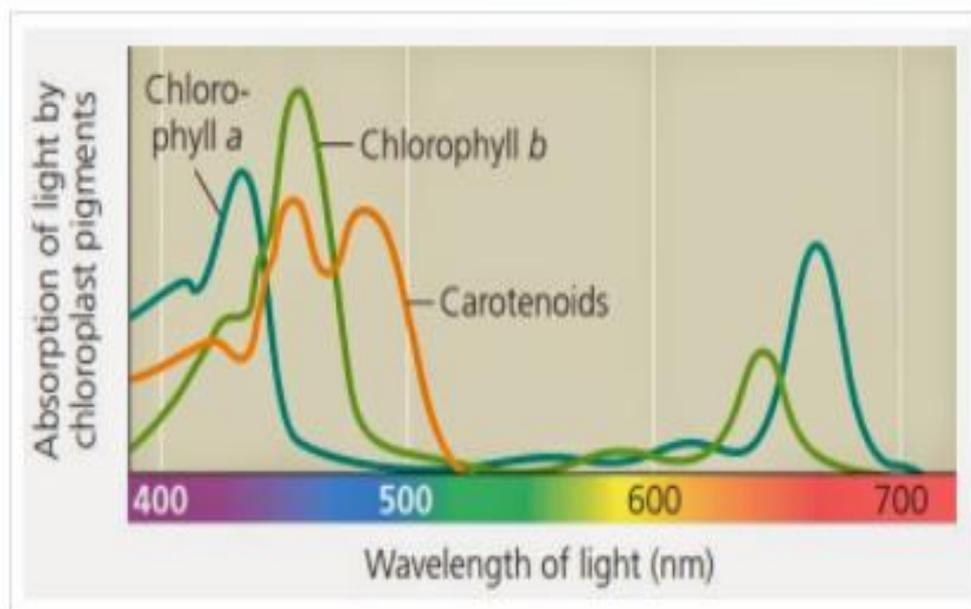
Saat terjadi pengikatan CO₂ oleh RuBP maka akan terbentuk senyawa *Phospo Gliserat Acid* (PGA). PGA dengan mendapatkan H⁺ dari NADPH dan energi dari pembongkaran ATP, kemudian terbentuklah senyawa PGAL (*Phospo Gliser Aldehyde*). PGAL digunakan untuk membentuk glukosa dalam sintesa dan PGAL juga membentuk RuBP kembali supaya bisa mengikat CO₂ kembali yang dikenal dengan regenerasi (Fried, 2006).

2.6 Interaksi Cahaya Merah dan Biru Terhadap Tanaman

Dalam melakukan proses fotosintesis, tanaman membutuhkan energi cahaya. Energi cahaya dibutuhkan tanaman dalam proses reaksi terang. Energi cahaya digunakan oleh tanaman untuk mendorong elektron yang ada pada pusat fotosintesis dan dengan melalui proses reaksi biokimia, elektron tersebut akan diubah menjadi energi ATP dan NADPH. ATP dan NADPH. Hasil reaksi tersebut kemudian di proses pada reaksi gelap dan akan menghasilkan glukosa dan karbohidrat yang kemudian ditranslokasikan keseluruh tubuh dan digunakan untuk membentuk cadangan makanan dan organ tanaman (Fried, 2005).

Pada proses fotosintesis, tanaman memerlukan energi yang berada pada spektrum cahaya tampak (Campbell, 2008). Molekul-molekul pigmen tanaman mempunyai kepekaan terhadap panjang gelombang tertentu yang dipancarkan oleh matahari. Molekul-molekul pigmen terbagi menjadi 3 yang masing-masing

mempunyai kesensitifan terhadap panjang gelombang tertentu.



Gambar 2.2 Spektrum Absorpsi Molekul Pigmen Tanaman (Campbell, 2010)

Berdasarkan percobaan yang dilakukan oleh (Engelmann, 1988), diketahui bahwa pusat fotosintesis tanaman terletak pada klorofil a. Molekul pigmen klorofil a, sangat sensitif terhadap cahaya dengan spektrum warna merah dan biru, sehingga akan melakukan penyerapan yang optimal pada cahaya dengan spektrum tersebut (Campbell, 2002). Cahaya dengan panjang gelombang 680-700 nm lebih mudah diserap oleh klorofil tanaman karena sedikit yang direfleksikan. Sedangkan cahaya biru, mempunyai energi yang besar yang dapat berperan pada laju fotosintesis tanaman. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Syafriudin dan Novani, 2015) menyatakan bahwa cahaya merah pada tanaman akan merangsang pertumbuhan tinggi dan jumlah daun pada tanaman krisan. Hal tersebut dikarenakan klorofil tanaman yang sensitif dengan panjang gelombang cahaya warna merah.

2.7 Interaksi Intensitas Cahaya Terhadap Tanaman

Selain warna atau panjang gelombang cahaya, intensitas cahaya juga dapat mempengaruhi fotosintesis tanaman. Intensitas cahaya yang tinggi membuat fluks foton yang diterima semakin besar, sehingga foton yang diterima oleh daun tanaman lebih banyak. Intensitas cahaya berpengaruh terhadap laju fotosintesis tanaman. Intensitas cahaya yang tinggi akan membuat laju metabolisme tanaman meningkat. Hal tersebut membuat ATP juga meningkat. Adapun hubungan antara intensitas cahaya dengan laju fotosintesis tanaman, dirumuskan sebagai berikut :

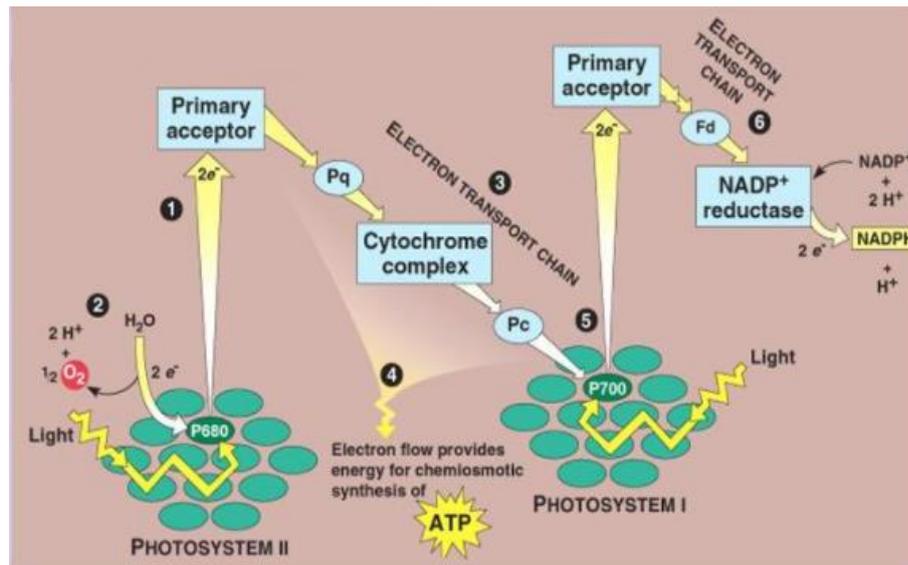
$$P_c = \Sigma (PFD \times \alpha \times Y_{co}) \quad (2.10)$$

Dimana: P_c = laju fotosintesis
 PFD = fluks cahaya datang
 α = serapan daun
 Y_{co} = hasil kuantum fotosintesis

Dari hasil diatas, dapat diketahui bahwa intensitas cahaya yang besar akan membuat laju fotosintesis tanaman menjadi cepat. Selain itu, besarnya laju fotosintesis juga sejalan dengan besarnya hasil fotosintesis. Hasil kuantum fotosintesis sendiri besarnya tergantung pada besarnya laju transport elektron pada fotosistem tanaman. Hubungan antara energi eksitasi elektron dan hasil kuantum fotosintesis dapat dilihat pada persamaan berikut (Murakami, 2018):

$$Y = \frac{ETR}{E} \quad (2.11)$$

Dengan: Y = hasil fotosintesis
 ETR = laju transport elektron
 E = energi eksitasi elektron



Gambar 2.3 Transfer Elektron pada FSI dan FSII (Campbell, 2000)

Meskipun fluks foton cahaya mempunyai efek yang baik terhadap laju fotosintesis, akan tetapi jika intensitas cahaya atau fluks foton yang diterima oleh tanaman terlalu tinggi maka akan menurunkan nilai efisiensi fotosintesis pada tanaman. Ketika fluks foton yang mengenai klorofil tanaman terlalu besar, maka sebagian energi yang diterima oleh klorofil tanaman akan dipantulkan kembali menjadi energi panas atau dipancarkan kembali sebagai cahaya. Peristiwa dipancarkannya kembali sebagai cahaya ini disebut dengan fluoresensi. Fluoresensi mempengaruhi seberapa efektif klorofil menyerap foton cahaya. Semakin besar fluoresensi, maka fotosintesis semakin tidak efektif. Untuk energi panas yang dipantulkan juga berpengaruh terhadap laju fotosintesis pada tanaman. Semakin tinggi suhu yang dipancarkan, maka semakin kecil fraksi energi foton yang dapat digunakan untuk fotosintesis, dan membuat laju transfer elektron menurun. Adapun hubungannya dapat dilihat pada persamaan 2.12 dan 2.13 berikut. (Knox, 1969)

$$\eta = \frac{4T_i}{3T_r} \quad (2.12)$$

$$ETR = (\eta \times ABS) \times Y \quad (2.13)$$

Dimana :

- ETR = laju transfer leketron
- η = fraksi energi foton
- ABS = fluks foton yang diserap
- Y = hasil kuantum fotosintesis
- Ti = suhu daun
- Tr = suhu yang diradiasikan daun

Intensitas cahaya yang tepat dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman. Sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitasnya. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Deram dkk, 2014). Intensitas cahaya tambahan dapat meningkatkan produktivitas jumlah buah tanaman tomat yang ditanam dalam rumah kaca. Nilai produktivitas tomat sebanding dengan dinaikkannya intensitas cahaya yang diberikan. Semakin besar intensitas cahaya yang diberikan, maka produktivitas tanaman tomat akan semakin banyak.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Citra dan Suwasono, 2018). Perbedaan intensitas cahaya yang diterima tanaman puring akan membuat morfologi tanaman puring berbeda. Intensitas cahaya yang tinggi akan membuat tanaman puring mempunyai jumlah daun yang lebih banyak dan mempunyai batang yang lebih kokoh. Selain intensitas, morfologi tanaman juga dipengaruhi oleh warna cahaya.

Selain fluks cahaya, laju fotosintesis juga dipengaruhi oleh faktor lain. Dalam model biokimia fotosintesis C₃, laju fotosintesis dibatasi baik oleh karboksilasi RuBP (Ribulose-1,5bisphosphate) atau oleh regenerasi RuBP (Farquhar et al.,

1980). Langkah pembatas berbeda tergantung pada konsentrasi CO₂. Pada konsentrasi CO₂ rendah, RuBP jenuh dan karboksilasi RuBP adalah bersifat membatasi fotosintesis. Laju fotosintetik (P_c) dinyatakan sebagai fungsi konsentrasi CO₂ antar sel (C_i) (Hikosaka, 2005)

$$P_c = \frac{V_{cmax}(C_i - \Gamma^*)}{C_i + K_c(1 + \frac{O}{K_o})} \quad (2.11)$$

Dimana: P_c= laju fotosintesis

V_c= kecepatan maksimum

C_i= konsentrasi C antar sel

O= konsentarsi O

K_o= konstanta Michaelis-Menten rubisco dari O₂

K_c= konstanta Michaelis-Menten rubisco dari O₂

Γ* = titik kompensasi CO₂ tanpa adanya hari (Cahaya).

Dari persamaan diatas, diketahui bahwa laju fotosintesis dipengaruhi oleh konsentrasi CO₂. Jika konsentrasi CO₂ sangat tinggi, maka laju fotosintesis dibatasi oleh regenerasi RuBP (J_{max}). Laju regenerasi RuBP juga mewakili laju transport elektron.

$$P_c = \frac{J_{max}(C_i - \Gamma^*)}{4C_i + 8\Gamma^*}$$

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental yang bertujuan untuk memperoleh data pengamatan tentang pengaruh paparan cahaya LED (*Light Emitting Diode*) merah dan biru terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabai rawit (*Capsicum Frutescens. L.*).

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilakukan mulai bulan Januari 2021 sampai selesai yang dilakukan di Laboratorium Elektromagnetik jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- | | |
|---------------------|--------|
| 1. Penggaris | 1 buah |
| 2. Lux meter | 1 buah |
| 3. Termometer ruang | 1 buah |
| 4. PH meter | 1 buah |

3.3.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Bibit cabai
2. Media semai

3. Media tanam
4. Plastik
5. Polybag 30x15
6. Lampu LED merah 20 watt 5 buah
7. Lampu LED biru 20 watt 5 buah
8. Kabel
9. Steker 10 buah
10. Fithingan 10 buah
11. Dimmer lampu AC 10 buah
12. Ruang box

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu perlakuan spektrum cahaya. Terdiri dari dua perlakuan. Faktor yang kedua adalah intensitas cahaya lampu, yang terdiri dari enam perlakuan.

Faktor pertama adalah perlakuan spektrum cahaya. Faktor perlakuan spektrum cahaya ini terdiri dari 2 perlakuan yakni:

C1= penyinaran lampu merah

C2= penyinaran lampu biru

Faktor kedua adalah perlakuan intensitas cahaya lampu. Faktor perlakuan intensitas cahaya lampu ini terdiri dari 6 perlakuan yakni:

K= 0 lux

L1= 50 lux

L2= 100 lux

L3= 150 lux

L4= 200 lux

L5= 250 lux

3.5 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa variabel. Adapun variabel yang ada dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah intensitas cahaya lampu LED, dan warna lampu LED yang digunakan

2. Variabel terikat

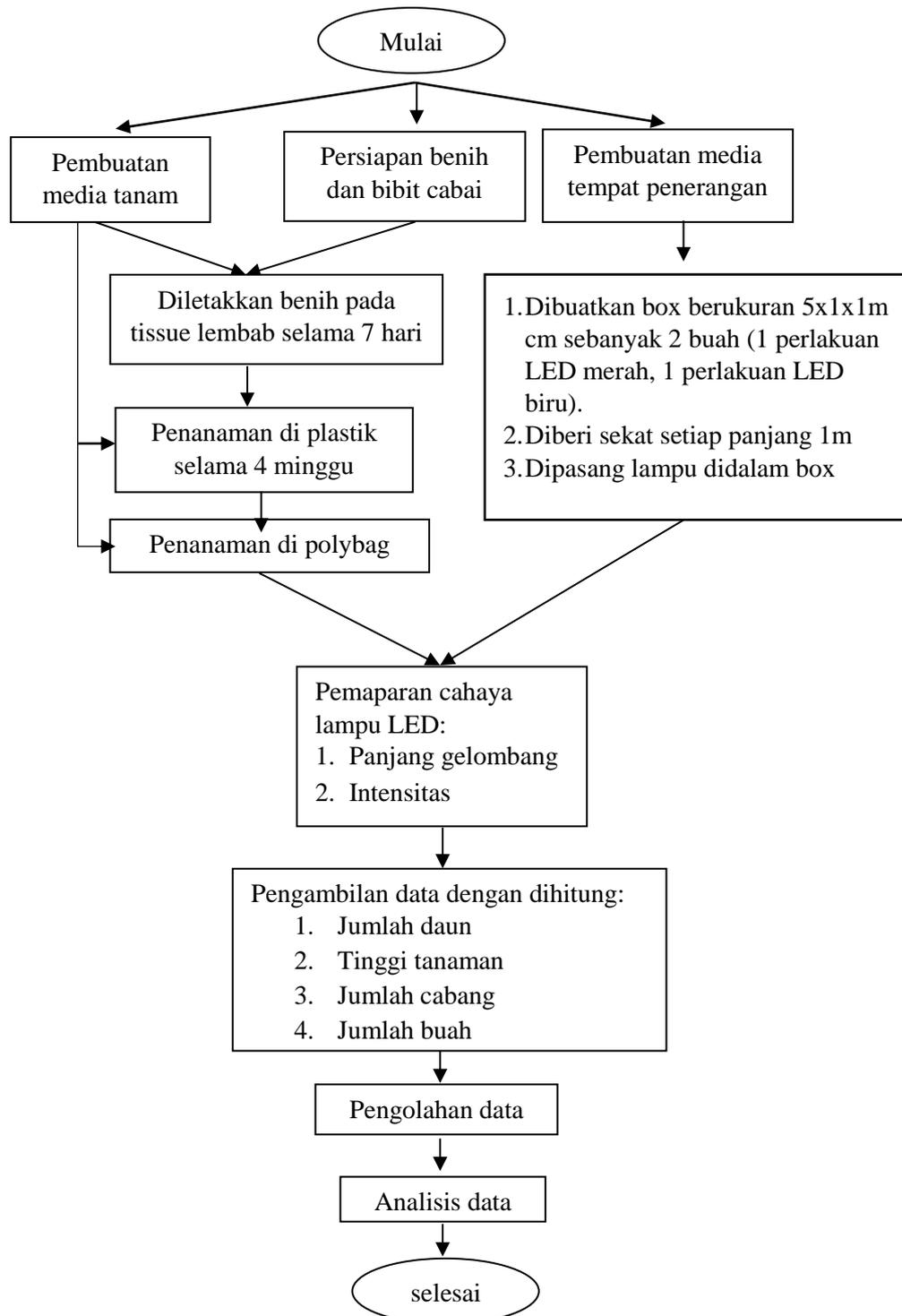
Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman, jumlah cabang tanaman, jumlah daun tanaman, dan jumlah buah

3. Variabel kontrol

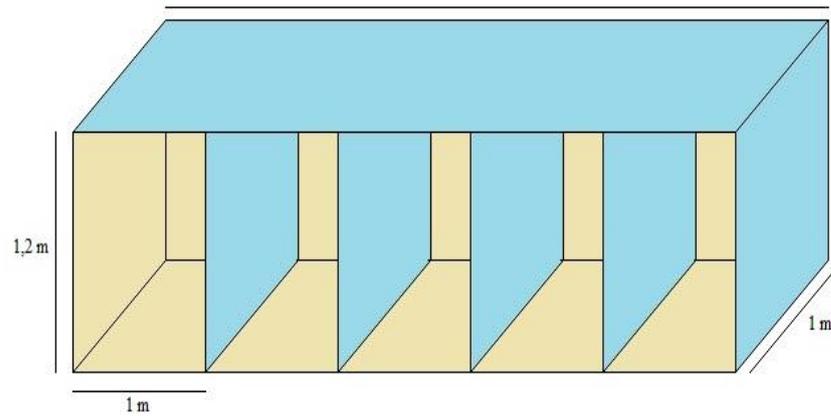
Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah usia sampel, suhu lingkungan, intensitas cahaya lingkungan, dan perawatan

3.6 Alur Penelitian

Diagram alir pada penelitian “Pengaruh Lama Paparan Cahaya LED Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai rawit (*Capsicum Frutescens.L.*), pada Sistem *indoor* ditunjukkan pada diagram berikut:



3.7 Gambar Penelitian



Gambar 3.2 Skema Perancangan Ruang

C1L1A	C1L1B	C1L1C	C1L2A	C1L2B	C1L2C	C1L3A	C1L3B	C1L3C	C1L4A	C1L4B	C1L4C	C1L5A	C1L5B	C1L5C
C1L1D	C1L1E	C1L1F	C1L2D	C1L2E	C1L2F	C1L3D	C1L3E	C1L3F	C1L4D	C1L4E	C1L4F	C1L5D	C1L5E	C1L5F
C1L1G	C1L1H	C1L1I	C1L2G	C1L2H	C1L2I	C1L3G	C1L3H	C1L3I	C1L4G	C1L4H	C1L4I	C1L5G	C1L5H	C1L5I
C2L1A	C2L1B	C2L2C	C2L2A	C2L2B	C2L2C	C2L3A	C2L3B	C2L3C	C2L4A	C2L4B	C2L4C	C2L5A	C2L5B	C2L5C
C2L2D	C2L1E	C2L1F	C2L2D	C2L2E	C2L2F	C2L3D	C2L3E	C2L3F	C2L4D	C2L4E	C2L4F	C2L5D	C2L5E	C2L5F
C2L2G	C2L1H	C2L1I	C2L2G	C2L2H	C2L2I	C2L3G	C2L3H	C2L3I	C2L4G	C2L4H	C2L4I	C2L5G	C2L5H	C2L5I

Gambar 3.3 Skema Tata Letak

3.8 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pada penelitian ini dibedakan menjadi beberapa tahap diantaranya:

3.8.1 Pembuatan Media Penerangan

Prosedur penelitian untuk pembuatan media penerangan adalah sebagai berikut:

1. Kabel dihubungkan.

2. Dipasang fithingan pada setiap ujung kabel.
3. 10 buah lampu LED 20 watt dipasang pada bagian atap box dengan jarak sekitar 60cm dari permukaan tanah pada polybag dengan masing-masing perlakuan 1 lampu.
4. Dipasang dimmer pada setiap perlakuan dengan masing-masing perlakuan.

3.8.2 Pengujian Luminesensi

Prosedur penelitian untuk pengujian luminesensi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diletakkan alat ukur lux meter tepat di bawah lampu yang telah terhubung dengan aliran listrik.
2. Dinyalakan lampu kemudian diamati nilai intensitas cahaya pada alat ukur lux meter.
3. Disesuaikan intensitas lampu dengan mengatur tingkat kecerahan lampu menggunakan dimmer.

3.8.3 Prosedur Penanaman

Prosedur penelitian untuk penanaman tanaman cabai rawit (*Capsicum Frutescens. L.*) adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan Media Tanam
 - a. Dibuat media tanam dengan mencampurkan tanah, pupuk kandang dan arang sekam hingga merata dengan perbandingan 2 : 1 : 1.
 - b. Disiapkan nampan dan kapas sebagai media penyemaian.
 - c. Disiapkan polybag ukuran 30x15 dan plastik kecil sebagai media penanaman.

- d. Kemudian media tanam dimasukkan ke dalam plastik dan polybag.
 - e. Sebelum benih ditanam, media tanam yang telah disiapkan disiram air untuk menjaga kelembapannya.
 - f. Dibuat lubang penanaman dengan kedalaman sekitar 3 cm menggunakan paralon kecil.
2. Persiapan Benih dan Bibit cabai.
 - a. Disiapkan benih cabai, direndam pada air hangat di dalam wadah selama 2 jam.
 - b. Setelah benih direndam, disaring menggunakan saringan.
 - c. Diletakkan benih diatas media kapas yang lembab kemudian ditutup kembali dengan media yang sama dan didiamkan selama 7 hari.
 - d. Benih cabai yang telah disiapkan ditanam pada media tanam plastik kecil.
 - e. Bagian atas benih ditutup dengan media tanam.
 3. Penanaman Bibit cabai.
 - a. Dipilih bibit cabai yang telah tumbuh akar pada media semai dan dipindah pada media tanam plastik.
 - b. Setelah usia 4 minggu, tanaman cabe pada media pertumbuhan (Plastik) dipindah pada polybag. (Dipilih tanaman yang tingginya hampir sama).
 - c. Tanaman ditaruh pada tempat perlakuan.
 - d. Tanaman disiram secara rutin agar media tanam tidak kering dan kelembapan tanaman dapat terjaga.

2. Jumlah daun

Data yang diperoleh berupa hasil perhitungan jumlah daun yang dihitung setiap satu minggu sekali. Daun dihitung mulai dari ruas pertama sampai paling ujung. Perhitungan dilakukan pada daun yang telah membuka sempurna. Untuk daun yang gugur tidak termasuk dalam hitungan. Perhitungan daun tanaman dilakukan setelah masa pindah tanam (tanaman dipindahkan ke polybag) sampai minggu ke-10 setelah pindah tanam (tanaman dipindahkan ke polybag). Hasil perhitungan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3.2 Perhitungan Jumlah Daun

Sam Minggu	Jumlah Daun								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

3. Jumlah cabang

Data yang diperoleh berupa hasil perhitungan jumlah cabang yang dihitung setiap satu minggu sekali. Cabang yang dihitung adalah cabang primer yang keluar dari batang utama dan cabang skunder tempat keluarnya daun (cabang paling ujung). Perhitungan dilakukan setelah masa pindah tanam (tanaman dipindahkan ke polybag) sampai minggu ke-10 setelah masa pindah tanam (tanaman dipindahkan ke polybag). Hasil perhitungan disajikan dalam tabel berikut:

3.10 Analisis Data

Data pada penelitian ini dianalisis menggunakan program SPSS. Data didapatkan dari hasil eksperimen pengukuran tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, dan jumlah buah. Data yang telah didapat kemudian dianalisis dengan analisis uji ANOVA dan uji t dependent test. Uji ANOVA merupakan analisis statistik yang menguji nilai rata-rata (*Mean*) dari dua atau lebih kelompok data atau perlakuan. Dengan uji ANOVA kita dapat mengetahui nilai beda dari hasil data dimana jika nilai signifikansinya kurang dari nilai alpha ($< 0,05$), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga perlakuan dinyatakan berpengaruh nyata.

Apabila perlakuan berpengaruh nyata, maka akan dilakukan uji lanjut. Uji lanjut ini menggunakan uji Tukey HSD. Uji ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan terhadap sampel kontrol. Apabila nilai signifikansinya kurang dari alpha, maka perlakuan berpengaruh signifikan, begitu pula sebaliknya.

Sedangkan uji dependent sample t test adalah uji statistika yang bertujuan untuk membandingkan rata-rata dua grup yang berpasangan. Sampel berpasangan dapat diartikan sebagai sebuah sampel dengan subjek yang sama namun mengalami 2 perlakuan atau pengukuran yang berbeda. Pengambilan keputusan dari uji dependent sample t test adalah apabila nilai signifikansinya kurang dari nilai alpha ($< 0,05$) maka H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga, kedua perlakuan mempunyai perbedaan yang signifikan. Sebaliknya apabila nilai signifikansi lebih besar dari nilai alpha ($> 0,05$) maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga diketahui bahwa kedua perlakuan mempunyai perbedaan yang signifikan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan lampu LED monokromatik warna merah dan biru dimana setiap perlakuan menggunakan 1 buah bohlam LED (kecuali sampel kontrol). Untuk mengatur intensitas cahaya lampu yang digunakan, dalam penelitian ini menggunakan dimmer lampu yang digunakan untuk listrik DC. Sampel pada penelitian ini menggunakan bibit cabai varietas Bhaskara F1. Sistem penanaman dilakukan dalam suatu box perlakuan dengan ukuran box setiap perlakuan 1m³. Masing-masing perlakuan terdiri dari 9 sampel percobaan, dengan tata letak 3x3. Perlakuan sampel dilakukan setelah sampel berusia 30 hari setelah penyemaian. Saat sampel berusia 30 hari, sampel dipindah ke polybag dan dilakukan perlakuan. Perlakuan sampel dilakukan setiap hari pada pukul 06.00-22.00 (16 jam) dengan pemberian intensitas cahaya sebesar 100 lux, 200 lux, 300 lux, 400 lux dan 500 lux. Pengambilan data sampel dilakukan setiap satu minggu sekali dan dilakukan setiap hari minggu selama 10 minggu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh intensitas lampu LED (*Light Emitting Diode*) merah dan biru terhadap pertumbuhan dan produktivitas cabai rawit (*Capsicum Frutescens. L.*). Pertumbuhan tanaman pada penelitian ini meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang. Sedangkan untuk produktivitasnya adalah jumlah buah yang dihasilkan tanaman.

4.1.1 Pengaruh Intensitas LED Merah dan LED biru Terhadap Morfologi dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens L.*) pada Sistem Tanam Indoor

1. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap satu minggu sekali pada hari sabtu. Pengukuran dimulai saat tanaman akan diberi paparan lampu LED sampai minggu ke-10 setelah pemberian paparan. Tinggi tanaman diukur mulai pangkal paling bawah sampai bagian batang paling ujung. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Pengaruh intensitas lampu LED merah terhadap tinggi tanaman

Intensitas (lux)	Tinggi tanaman (cm)
Kontrol (0)	31.17±1.193
100	36.83±1.647
200	39.33±1.527
300	42.22±2.145
400	50.11±1.968
500	52.16±1.528

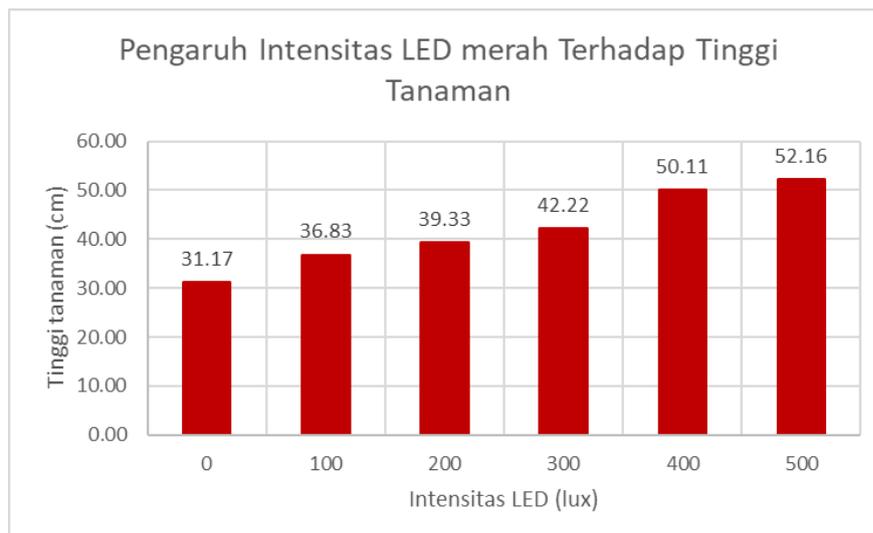
Tabel 4.2 Pengaruh intensitas lampu LED biru terhadap tinggi tanaman

Intensitas (lux)	Tinggi tanaman (cm)
Kontrol (0)	31.17±1.193
100	31.67±1.394
200	32.17±1.307
300	31.44±1.293
400	31.39±1.369
500	30.22±1.376

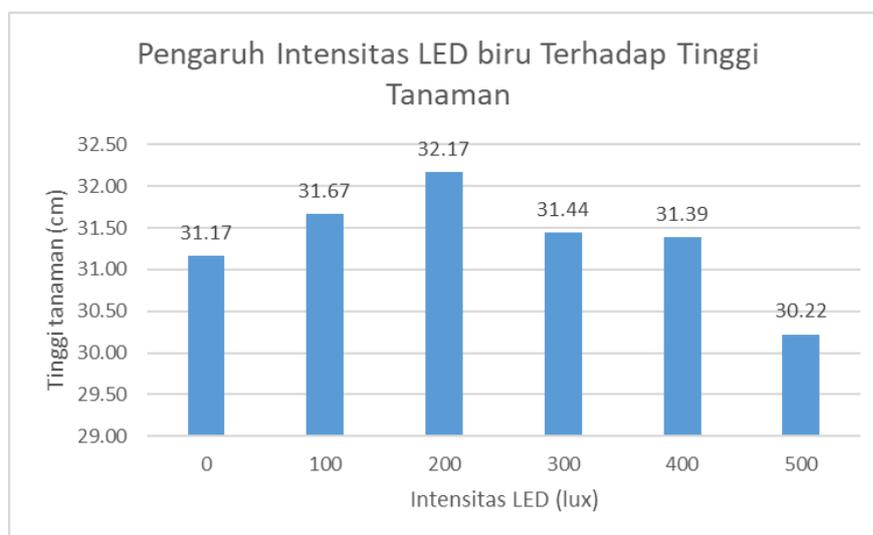
Berdasarkan tabel 4.1 diketahui bahwa pemberian perlakuan LED merah dapat meningkatkan tinggi tanaman cabai rawit. Tinggi tanaman tanpa pemberian perlakuan LED adalah 31.17 ± 1.193 cm. Saat diberi LED merah dengan intensitas 100 lux, tanaman mempunyai rata-rata tinggi tanaman 36.83 ± 1.647 cm. Sedangkan saat intensitas dinaikkan menjadi 200 lux, rata-rata tinggi tanamannya menjadi 39.33 ± 1.527 cm. Adapun saat sampel yang diberi intensitas 300 lux, rata-rata tinggi tanamannya adalah 42.22 ± 2.145 cm. Saat sampel diberi intensitas 400 lux, rata-rata tinggi tanamannya adalah 50.11 ± 1.968 cm. Hasil paling banyak adalah saat sampel diberi intensitas 500 lux, mempunyai rata-rata tinggi tanaman sebesar 52.16 ± 1.528 cm.

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa terdapat perbedaan antara rata-rata tinggi tanaman yang diberi perlakuan LED biru dan tanpa perlakuan. Hasil terbaik perlakuan lampu LED biru adalah saat diberikan intensitas 200 lux yakni sebesar 32.17 ± 1.307 cm, sedangkan saat intensitas yang diberikan lebih dari 200 lux, maka nilai tinggi tanaman akan semakin menurun. Rata-rata tinggi tanaman paling rendah adalah saat intensitas yang diberikan sebesar 500 lux, dengan rata-rata tinggi tanaman cabai 30.22 ± 1.376 cm. Pada perlakuan lampu LED biru, ketika intensitasnya 0-200 lux, nilai rata-rata tinggi tanaman akan naik. Sedangkan saat intensitasnya lebih dari 200 lux, tinggi tanaman akan menurun seiring dengan ditingkatkannya intensitas lampu LED.

Data dari tabel 4.1 dan 4.2 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas lampu LED merah dan biru terhadap tinggi tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) sebagaimana gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Intensitas Lampu LED Merah Terhadap Tinggi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens*)



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya LED Biru Terhadap Tinggi Tanaman

Dari grafik gambar 4.1 dapat diketahui bahwa tinggi tanaman berbanding lurus dengan intensitas LED merah yang diberikan. Hal tersebut dapat terlihat dengan semakin besar nilai tinggi tanaman ketika intensitas LED merah yang digunakan semakin besar. Berdasarkan uji ANOVA dan Tukey dengan nilai alpha sebesar 0,05, didapatkan hasil bahwa pemberian lampu LED merah dengan variasi intensitas 100 lux, 200 lux, 300 lux, 400 lux, dan 500 lux pada tanaman cabai

rawit menunjukkan hasil bahwa semua perlakuan mempunyai pengaruh yang signifikan. Hasil uji *ANOVA* dapat dilihat pada lampiran 5.

Berdasarkan grafik 4.2 dapat diketahui bahwa pada pemberian intensitas 100 lux dan 200 lux tinggi tanaman akan naik seiring dengan ditingkatkannya intensitas lampu LED. Sedangkan saat intensitas yang digunakan lebih dari 200 lux, maka tinggi tanaman akan menurun seiring dengan ditingkatkannya intensitas lampu. Berdasarkan uji *ANOVA* dengan nilai alpha sebesar 0,05 pada perlakuan LED biru didapatkan hasil bahwa perlakuan LED biru tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman. Hasil uji *ANOVA* dapat dilihat pada lampiran 5.

Dari hasil diatas, dapat diketahui bahwa pemberian lampu LED merah dengan intensitas 100-500 lux mempunyai pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dengan hasil terbaik adalah saat diberikan intensitas paparan paling tinggi atau 500 lux. Cahaya merah mempunyai panjang gelombang antara 620-750 nm. Dimana panjang gelombang tersebut sangat baik untuk fotosintesis tanaman. Pada kloroplas, terdapat fotosistem I (FSI) dan fotosistem II (FSII) yang keduanya sensitif terhadap cahaya dengan panjang gelombang 700 nm dan 680 nm, yang mana panjang gelombang tersebut merupakan panjang gelombang cahaya merah dan merah jauh. Fotosistem I dan fotosistem II mengalami puncak penyerapan pada rentang panjang gelombang tersebut, sehingga penyerapan energi cahaya untuk fotosintesis menjadi efisien dan efektif (Campbell, 2002). Selain itu, cahaya merah juga dapat bereaksi dengan fitokrom tanaman. Fitokrom tanaman hanya sensitif terhadap cahaya merah. Fitokrom ini berperan pada proses pemanjangan meristem apikal batang pada tanaman

sehingga tanaman tumbuh memanjang (Fried, 2005). Pada perlakuan LED biru, pengaruhnya tidak signifikan terhadap tinggi tanaman. Pada perlakuan LED biru, hasil terbaik didapatkan saat intensitas yang diberikan 200 lux, dan semakin tidak signifikan pengaruhnya ketika intensitasnya ditingkatkan. Diketahui bahwa cahaya biru mempunyai energi yang besar. Energi yang besar dari cahaya biru, dapat mereduksi hormon auksin (hormon pertumbuhan) pada tanaman, sehingga pada intensitas yang lebih tinggi, konsentrasi auksin pada tanaman berkurang dan membuat pertumbuhan tunas lateral tanaman terhambat dan membuat tanaman terhindar dari elongasi batang atau pemanjangan yang berlebihan (Fankhauser and Chory, 1997).

2. Jumlah Daun

Pengukuran jumlah daun tanaman dilakukan setiap satu minggu sekali pada hari sabtu. Pengukuran dimulai saat tanaman akan diberi paparan lampu LED yakni setelah masa pindah tanam atau saat tanaman usia 1 bulan sampai minggu ke-10 setelah pemberian paparan. Jumlah daun tanaman dihitung mulai daun pada ruas paling bawah sampai daun yang terbentuk sempurna pada ruas paling atas. Hasil penghitungan jumlah buah dapat dilihat pada tabel 4.3 dan 4.4 berikut.

Tabel 4.3 Pengaruh intensitas lampu LED merah terhadap jumlah daun tanaman

Intensitas (lux)	Jumlah Daun
Kontrol (0)	5.44 ±0.527
100	6.44 ±0.497
200	7.33 ±0.667
300	7.67 ±0.471
400	9.11 ±0.737
500	10.22 ±0.629

Tabel 4.4 Pengaruh intensitas lampu LED biru terhadap jumlah daun tanaman

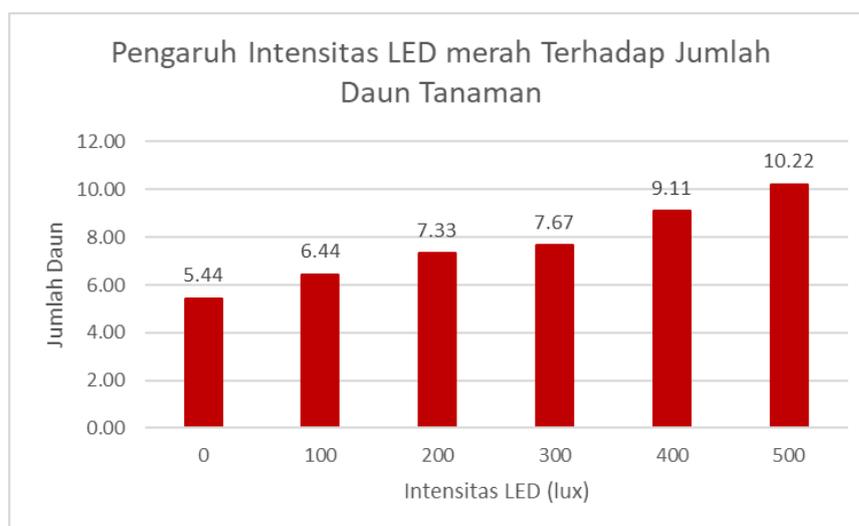
Intensitas (lux)	Jumlah Daun
Kontrol (0)	5.44 \pm 0.527
100	7.33 \pm 0.667
200	11.22 \pm 0.972
300	13.22 \pm 1.165
400	15.56 \pm 1.571
500	19.44 \pm 1.571

Berdasarkan tabel 4.3 diketahui bahwa pemberian perlakuan LED merah dapat meningkatkan jumlah daun tanaman cabai rawit. Jumlah daun tanaman tanpa pemberian perlakuan LED adalah 5.44 \pm 0.527 helai. Saat diberi LED merah dengan intensitas 100 lux, tanaman mempunyai rata-rata jumlah daun 6.44 \pm 0.497 helai. Sedangkan saat intensitas dinaikkan menjadi 200 lux, rata-rata jumlah daunnya menjadi 7.33 \pm 0.667 helai. Adapun saat sampel yang diberi intensitas 300 lux, rata-rata jumlah daunnya adalah 7.67 \pm 0.471 helai. Saat sampel diberi intensitas 400 lux, rata-rata jumlah daunnya adalah 9.11 \pm 0.737 helai. Hasil paling banyak adalah saat sampel diberi intensitas 500 lux, mempunyai rata-rata jumlah daun sebanyak 10.22 \pm 0.629 helai.

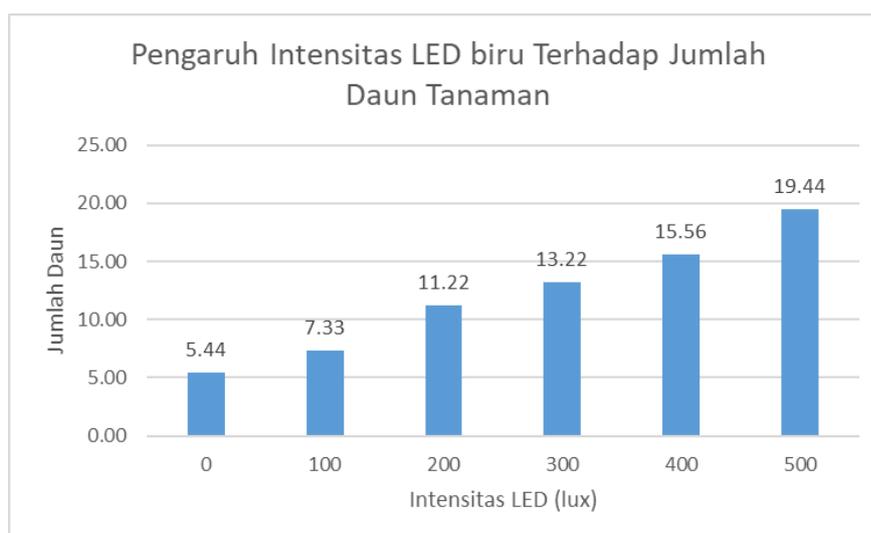
Berdasarkan tabel 4.4 diketahui bahwa pemberian perlakuan LED biru dapat meningkatkan jumlah daun tanaman cabai rawit. Jumlah daun tanaman tanpa pemberian perlakuan LED adalah 5.44 \pm 0.527 helai. Saat diberi LED merah dengan intensitas 100 lux, tanaman mempunyai rata-rata jumlah daun 7.33 \pm 0.667 helai. Sedangkan saat intensitas dinaikkan menjadi 200 lux, rata-rata jumlah daunnya menjadi 11.22 \pm 0.972 helai. Adapun saat sampel yang diberi intensitas 300 lux, rata-rata jumlah daunnya adalah 13.22 \pm 1.165 helai. Saat sampel diberi

intensitas 400 lux, rata-rata jumlah daunnya adalah 15.56 ± 1.571 helai. Hasil paling banyak adalah saat sampel diberi intensitas 500 lux, mempunyai rata-rata jumlah daun sebanyak 19.44 ± 1.571 helai.

Data dari tabel 4.3 dan 4.4 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas lampu LED merah dan biru terhadap jumlah daun tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens. L.*) sebagaimana gambar 4.3 dan 4,4.



Gambar 4.3 Grafik pengaruh intensitas cahaya LED merah terhadap jumlah daun tanaman



Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya LED Biru Terhadap Jumlah Daun Tanaman

Dari garfik diatas dapat diketahui bahwa adanya pengaruh intensitas LED merah dan biru terhadap jumlah daun tanaman. jumlah daun tanaman akan semakin meningkat seiring dengan ditingkatkannya intensitas LED yang digunakan. Berdasarkan uji *ANOVA* dan *Tukey*, didapatkan hasil bahwa pada perlakuan LED merah dengan intensitas 100 lux dan 200 lux, tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah daun tanaman. Akan tetapi saat intensitas yang digunakan lebih tinggi yakni 300, 400 dan 500 lux, hasil uji *Tukey* menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap rata-rata jumlah daun pada tanaman. Sedangkan pada perlakuan LED biru, didapatkan hasil bahwa pada pemberian intensitas 100, 200, 300, 400, dan 500 lux, semuanya mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah daun tanaman. Hasil *ANOVA* dapat dilihat pada lampiran 6.

Dari hasil diatas, dapat diketahui bahwa pemberian paparan LED merah dan biru, mempunyai pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun tanaman dengan hasil terbaik didapat pada perlakuan intensitas paling tinggi atau 500 lux. Pada perlakuan LED biru, semua perlakuan intensitas menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah daun tanaman. Cahaya biru mempunyai panjang gelombang yang pendek akan tetapi energinya sangat besar. Energi yang besar dari cahaya biru dapat membuat laju transpor elektron pada pusat fotosintesis tanaman meningkat. Energi yang tinggi tersebut cukup efektif untuk mengeksitasi elektron pada kloroplas. Sehingga meskipun intensitas yang digunakan rendah, cahaya biru masih dapat berpengaruh terhadap fotosintesis tanaman (Hogewoning, 2010). Pada pemberian perlakuan LED merah, tanaman yang diberi intensitas 100 lux dan 200 lux tidak mempunyai pengaruh yang

signifikan terhadap jumlah daun tanaman. Cahaya merah mempunyai energi yang paling kecil diantara semua spektrum cahaya tampak, sehingga transpor elektron pada tanaman yang mendapat perlakuan merah lebih lambat. Hal tersebut menyebabkan tanaman yang diberi perlakuan LED merah dengan intensitas rendah mempunyai jumlah daun yang tidak berbeda signifikan dengan tanaman tanpa perlakuan LED (Yorio, 2001). Cahaya merah membutuhkan intensitas yang tinggi agar mempunyai pengaruh terhadap fotosintesis tanaman. Dalam intensitas tinggi, hal tersebut akan meningkatkan laju metabolisme tanaman sehingga akan dihasilkan ATP yang melimpah yang nantinya dimanfaatkan untuk pertumbuhan daun (Hogewoning, 2010).

3. Jumlah Cabang

Pengukuran jumlah cabang tanaman dilakukan setiap satu minggu sekali pada hari sabtu. Pengukuran dimulai saat tanaman akan diberi paparan lampu LED (Usia 1 bulan) sampai minggu ke-10 setelah pemberian paparan. Jumlah cabang tanaman dihitung mulai cabang pertama yang muncul dari ruas batang sampai cabang skunder tempat munculnya daun baru. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.5 dan 4.6 berikut.

Tabel 4.5 Pengaruh intensitas lampu LED merah terhadap jumlah cabang tanaman

Intensitas (lux)	Jumlah Cabang
Kontrol (0)	0.89 ±0.566
100	0.89 ±0.566
200	1.11 ±0.566
300	1.33 ±0.471
400	1.56 ±0.497
500	1.89 ±0.566

Tabel 4.7 Pengaruh intensitas lampu LED biru terhadap jumlah cabang tanaman

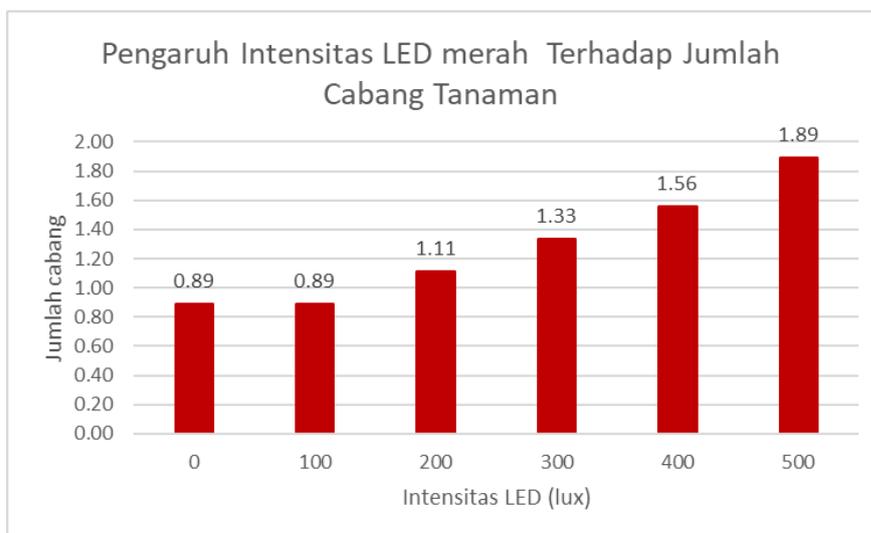
Intensitas (lux)	Jumlah Cabang
Kontrol (0)	0.89 \pm 0.56
100	1.56 \pm 0.497
200	1.89 \pm 0.566
300	2.89 \pm 0.314
400	3.22 \pm 0.415
500	4.78 \pm 0.628

Berdasarkan tabel 4.5 diketahui bahwa pemberian perlakuan LED merah dapat meningkatkan jumlah cabang tanaman cabai rawit. Jumlah cabang tanaman tanpa pemberian perlakuan LED adalah 0.89 \pm 0.56 buah. Saat diberi LED merah dengan intensitas 100 lux, tanaman mempunyai rata-rata jumlah cabang 0.89 \pm 0.566 buah. Sedangkan saat intensitas dinaikkan menjadi 200 lux, rata-rata jumlah cabangnya menjadi 1.11 \pm 0.566 buah. Adapun saat sampel yang diberi intensitas 300 lux, rata-rata jumlah cabangnya adalah 1.33 \pm 0.471 buah. Saat sampel diberi intensitas 400 lux, rata-rata jumlah cabangnya adalah 1.56 \pm 0.497 buah. Hasil paling banyak adalah saat sampel diberi intensitas 500 lux, mempunyai rata-rata jumlah cabang sebanyak 1.89 \pm 0.566 buah.

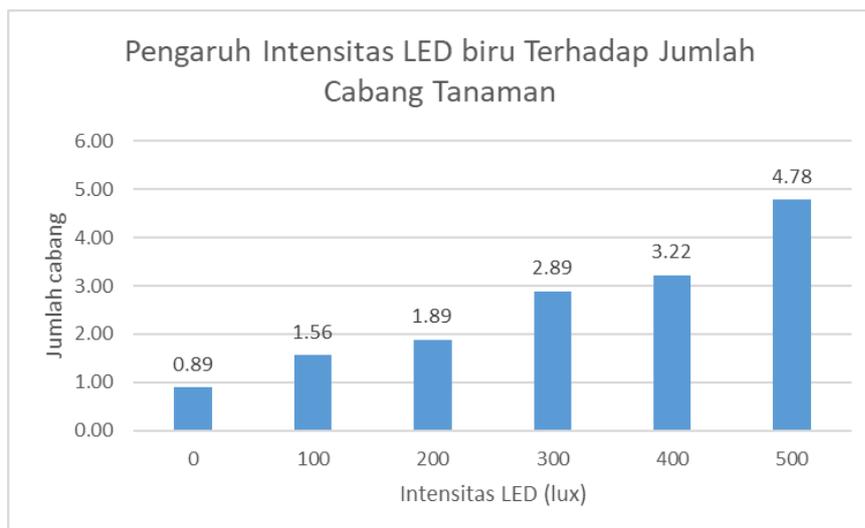
Berdasarkan tabel 4.6 diketahui bahwa pemberian perlakuan LED biru dapat meningkatkan jumlah cabang tanaman cabai rawit. Pada sampel yang tidak diberi perlakuan LED jumlah cabangnya adalah 0.89 \pm 0.56 buah. Saat sampel diberi intensitas 100 lux LED biru, rata-rata jumlah cabangnya meningkat menjadi 1.56 \pm 0.497 buah. Saat intensitasnya ditingkatkan menjadi 200 lux, rata-rata jumlah cabangnya adalah 1.89 \pm 0.566 buah. Adapun saat tanaman diberi intensitas 300 lux, rata-rata jumlah cabangnya adalah 2.89 \pm 0.314 buah. Pada tanaman yang

diberi intensitas 400 lux, rata-rata jumlah cabangnya adalah 3.22 ± 0.415 buah, dan pada sampel yang diberi intensitas 500 lux, rata-rata jumlah cabangnya adalah 4.78 ± 0.628 buah.

Data dari tabel 4.5 dan 4.6 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas lampu LED merah dan biru terhadap jumlah cabang tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens. L.*) sebagaimana gambar 4.5 dan 4.6.



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Intensitas Lampu LED Merah Terhadap Jumlah Cabang Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens*)



Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya LED Biru Terhadap Jumlah Cabang Tanaman

Dari grafik 4.5 dan 4.6 dapat diketahui bahwa jumlah cabang tanaman yang dihasilkan, berbanding lurus dengan intensitas LED yang diberikan. Jumlah cabang akan meningkat seiring dengan ditingkatkannya intensitas LED yang digunakan. Berdasarkan uji *ANOVA*, didapatkan hasil, bahwa pada perlakuan LED merah tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari jumlah cabang tanaman pada setiap perlakuan terhadap sampel kontrol. Sehingga dapat diketahui bahwa LED merah tidak mempunyai pengaruh yang nyata terhadap jumlah cabang tanaman. Sedangkan, pada perlakuan LED biru, didapatkan hasil bahwa pada intensitas 100 dan 200 lux, tidak mempunyai pengaruh yang nyata. Sedangkan saat intensitas LED biru yang diberikan sebesar 300, 400, dan 500 lux, terdapat perbedaan yang signifikan dari jumlah cabang tanaman terhadap jumlah cabang tanaman pada sampel tanpa perlakuan LED. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai signifikansi (*sig*) yang kurang dari nilai alpha ($\alpha=0,05$). Hasil *ANOVA* dapat dilihat pada lampiran 7.

Hasil diatas menunjukkan bahwa penambahan LED merah dan biru mempunyai pengaruh yang positif terhadap perkembangan jumlah cabang tanaman, dengan hasil terbaik adalah pada sampel yang diberikan perlakuan intensitas cahaya 500 lux. Intensitas cahaya yang tinggi akan membuat laju metabolisme tanaman meningkat. Hasilnya adalah energi ATP dan NADPH yang dihasilkan akan meningkat. Energi ATP dan NADPH tersebut kemudian saling bereaksi dan akan menghasilkan glukosa dan karbohidrat yang ditranslokasikan keseluruh jaringan tubuh dan digunakan untuk pembentukan organ dan cadangan makanan (Blankenship, 2002). Pada perlakuan LED merah, tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah cabang tanaman. Cahaya merah

mempunyai energi yang paling kecil dari semua spektrum cahaya tampak, sehingga energinya kurang efektif untuk mengeksitasi elektron sehingga transpor elektron pada pusat fotosintesis. Hal tersebut menyebabkan cabang yang dihasilkan lebih sedikit dan tidak terlalu berbeda nyata dari sampel tanpa perlakuan LED (Hogewoning, 2010). Untuk perlakuan LED biru, pada perlakuan intensitas 100 lux dan 200 lux, pengaruhnya terhadap jumlah cabang tidak signifikan. Intensitas yang rendah menyebabkan energi yang diterima oleh klorofil juga rendah. Hal tersebut menyebabkan menyebabkan laju fotosintesis menurun, dan pertumbuhan cabang menjadi lebih sedikit (Mohseni, 2008).

4. Jumlah Buah

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap satu minggu sekali pada hari sabtu. Pengukuran dimulai saat tanaman akan diberi paparan lampu LED yakni saat setelah masa pindah tanam atau saat tanaman berusia 1 bulan sampai minggu ke-10 setelah pemberian paparan. Jumlah cabang tanaman dihitung mulai cabang pertama yang muncul dari ruas batang sampai cabang skunder tempat munculnya daun baru. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.7 dan 4.8 berikut.

Tabel 4.4 Pengaruh intensitas lampu LED merah terhadap jumlah buah tanaman

Intensitas (lux)	Jumlah Buah
Kontrol (0)	0 ±0.000
100	0.33 ±0.471
200	0.67 ±0.471
300	0.89 ±0.566
400	1.33 ±0.816
500	1.56 ±0.684

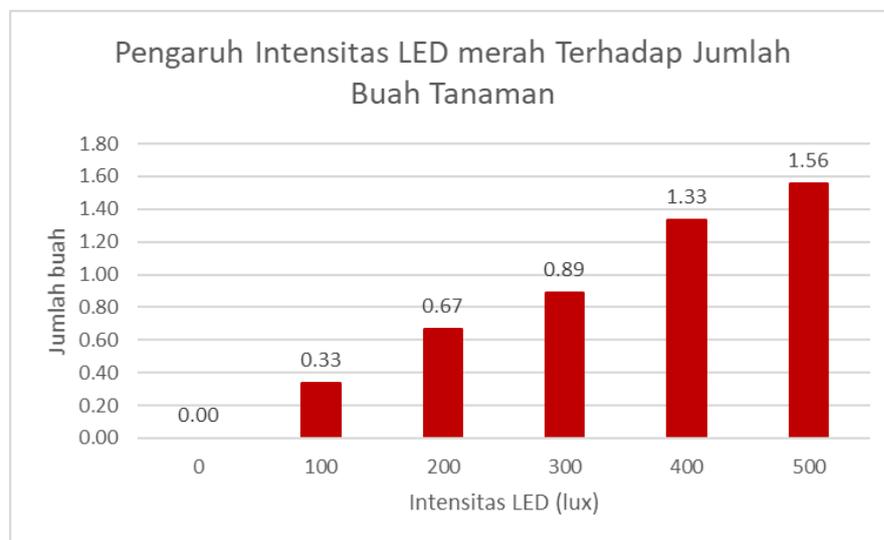
Tabel 4.8 Pengaruh intensitas lampu LED biru terhadap jumlah buah tanaman

Intensitas (lux)	Jumlah Buah
Kontrol (0)	0 \pm 0.000
100	0 \pm 0.000
200	0 \pm 0.000
300	0 \pm 0.000
400	0 \pm 0.000
500	0,22 \pm 0.415

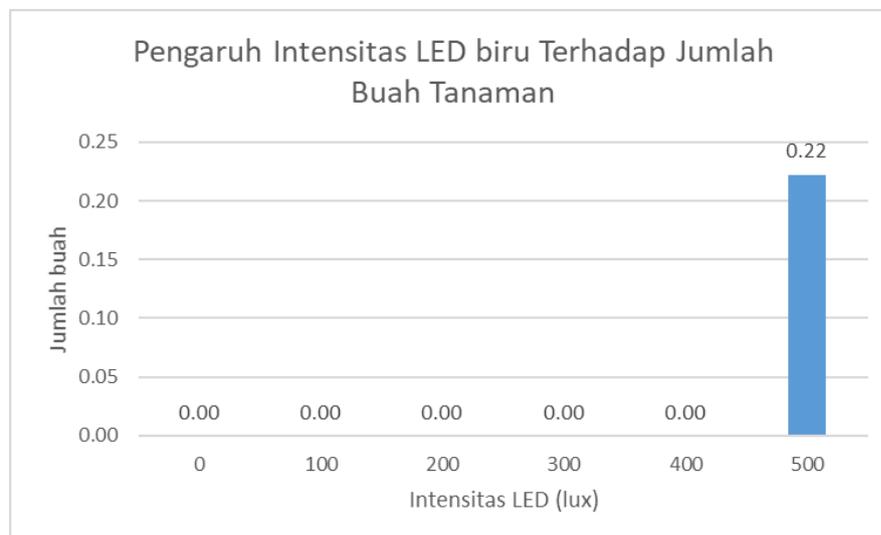
Berdasarkan tabel 4.7 diketahui bahwa pemberian perlakuan LED merah dapat meningkatkan jumlah buah tanaman cabai rawit. Jumlah buah tanaman tanpa pemberian perlakuan LED adalah 0 \pm 0.000 buah. Saat diberi LED merah dengan intensitas 100 lux, tanaman mempunyai rata-rata jumlah buah 0.33 \pm 0.471 buah. Sedangkan saat intensitas dinaikkan menjadi 200 lux, rata-rata jumlah buahnya menjadi 0.67 \pm 0.471 buah. Adapun saat sampel yang diberi intensitas 300 lux, rata-rata jumlah buahnya adalah 0.89 \pm 0.566 buah. Saat sampel diberi intensitas 400 lux, rata-rata jumlah buahnya adalah 1.33 \pm 0.816 buah. Hasil paling banyak adalah saat sampel diberi intensitas 500 lux, mempunyai rata-rata jumlah buah sebanyak 1.56 \pm 0.684 buah.

Berdasarkan tabel 4.8 diketahui bahwa perlakuan LED biru dapat memberikan rangsangan pembuahan tanaman pada intensitas yang paling tinggi (500 lux). Hal tersebut dapat diketahui dari tabel 4.8 yang menyatakan bahwa pada saat intensitas LED sebesar 500 lux, tanaman mempunyai rata-rata jumlah buah sebanyak 0,22 \pm 0.415 buah. Sedangkan pada pemberian LED biru dengan intensitas yang lebih kecil yakni, 100, 200, 300, dan 400 lux tanaman tidak dapat menghasilkan buah.

Data dari tabel 4.7 dan 4.8 dapat dibuat grafik pengaruh intensitas lampu LED merah dan biru terhadap jumlah buah tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens. L.*) sebagaimana gambar 4.7 dan 4.8.



Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya LED Merah Terhadap Jumlah Buah Tanaman



Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya LED Biru Terhadap Jumlah Buah Tanaman

Dari grafik 4.7 dan 4.8 dapat diketahui bahwa jumlah buah tanaman yang dihasilkan berbanding lurus dengan intensitas LED yang diberikan. Jumlah buah akan meningkat seiring dengan ditingkatkannya intensitas LED yang digunakan.

Berdasarkan uji *ANOVA*, didapatkan hasil, bahwa pada perlakuan LED biru tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari jumlah buah tanaman pada setiap perlakuan terhadap sampel kontrol. Sehingga dapat diketahui bahwa LED biru tidak mempunyai pengaruh yang nyata terhadap jumlah buah tanaman. Sedangkan, pada perlakuan LED merah, didapatkan hasil bahwa pada intensitas 100, 200, 300 dan 400 lux, tidak mempunyai pengaruh yang nyata. Sedangkan saat intensitas LED merah yang diberikan sebesar 500 lux, terdapat perbedaan yang signifikan dari jumlah buah tanaman terhadap jumlah buah tanaman pada sampel tanpa perlakuan LED. Hasil uji *ANOVA* dapat dilihat pada lampiran 8.

Dari hasil diatas dapat diketahui bahwa pemberian cahaya LED merah dengan intensitas 100-500 lux mempunyai pengaruh yang nyata terhadap produktivitas buah tanaman cabai rawit. Hal tersebut terlihat dari jumlah buah yang lebih banyak dibandingkan dengan sampel tanpa perlakuan atau pemberian LED atau kontrol. Fitokrom pada tanaman sensitif terhadap cahaya merah, dimana fitokrom ini berperan dalam pemanjangan batang dan respon pembungaan pada tanaman. sedangkan pada perlakuan cahaya biru, sebagian besar perlakuan tidak mempunyai pengaruh terhadap respon pembungaan tanaman. Dari hasil diatas, hanya pada intensitas paling tinggi tanaman dapat berbuah. Cahaya biru dengan intensitas rendah, tidak dapat merangsang pembungaan pada sebagian besar tanaman yang sensitif terhadap lama penyinaran. Akan tetapi pada intensitas yang besar, cahaya biru akan dapat meningkatkan pembungaan tanaman (Runkle, 2017).

4.1.2 Perbandingan Pengaruh Lampu LED Merah dan Biru Terhadap Morfologi dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens L.*) pada Sistem Tanam Indoor

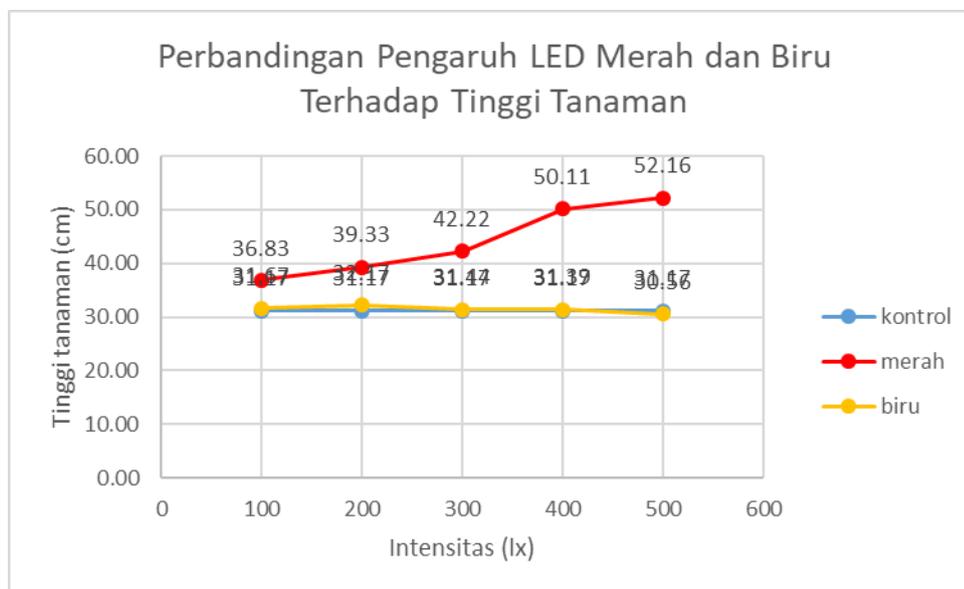
1. Tinggi Tanaman

Dari hasil pengukuran dan perhitungan, didapatkan hasil bahwa pada sampel yang diberi intensitas 100 lux, mempunyai tinggi rata-rata 36.83 ± 1.647 cm pada perlakuan lampu LED merah dan 31.67 ± 1.394 cm pada perlakuan lampu LED biru, sedangkan pada sampel yang diberi intensitas 200 lux, rata-rata tinggi tanamannya adalah 39.33 ± 1.527 cm pada perlakuan cahaya merah dan 32.17 ± 1.307 cm pada perlakuan cahaya biru. Adapun pada sampel yang diberi intensitas cahaya 300 lux, rata-rata tingginya adalah 42.22 ± 2.145 cm pada perlakuan cahaya merah dan 31.44 ± 1.293 cm pada perlakuan cahaya biru. Pada sampel yang diberi intensitas 400 lux, rata-rata tingginya adalah 50.11 ± 1.968 cm pada perlakuan cahaya merah dan 31.39 ± 1.369 cm pada perlakuan cahaya biru. Sedangkan pada sampel yang diberi intensitas cahaya 500 lux, rata-rata tinggi tanamannya adalah 52.16 ± 1.528 cm pada perlakuan cahaya merah dan 30.22 ± 1.376 cm pada perlakuan cahaya biru hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perbandingan pengaruh lampu LED merah dan biru terhadap tinggi tanaman

Intensitas (lx)	Rata-rata tinggi tanaman umur 10 minggu (cm)	
	Merah	Biru
100	36.83 ± 1.647	31.67 ± 1.394
200	39.33 ± 1.527	32.17 ± 1.307
300	42.22 ± 2.145	31.44 ± 1.293
400	50.11 ± 1.968	31.39 ± 1.369
500	52.16 ± 1.528	30.22 ± 1.376

Data dari tabel 4.9 dapat dibuat grafik perbandingan pengaruh intensitas lampu LED merah dan biru terhadap tinggi tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens. L.*) sebagaimana gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Pengaruh LED Merah dan Biru Terhadap Tinggi Tanaman

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa, LED merah dan LED biru mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap tinggi tanaman pada masing-masing perlakuan intensitas. Berdasarkan hasil analisis uji Paired sample t test didapatkan hasil nilai signifikansi (sig) yang besarnya kurang dari nilai alpha ($\alpha=0,05$) pada semua perlakuan, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan LED merah mempunyai perbedaan yang signifikan terhadap rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan LED biru pada rentang intensitas 100-500 lux. Dari tabel Mean didapatkan hasil yang bernilai positif sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan LED merah mempunyai pengaruh yang lebih baik terhadap tinggi tanaman dibandingkan dengan perlakuan LED biru. Hasil uji dapat dilihat pada lampiran 9.

Dari hasil diatas, dapat diketahui bahwa LED merah dan biru mempunyai perbedaan pengaruh yang signifikan terhadap rata-rata tinggi tanaman dengan rata-rata nilai tinggi tanaman pada perlakuan LED merah mempunyai hasil yang lebih tinggi dibandingkan LED biru. LED merah mempunyai panjang gelombang 680-750 nm yang mana panjang gelombang tersebut sesuai dengan molekul pigmen fotosintesis tumbuhan. Pada kloroplas, terdapat fotosistem I dan fotosistem II dimana keduanya mempunyai puncak penyerapan pada cahaya dengan panjang gelombang 680 dan 700 nm (Campbell, 2008). Energi dari cahaya merah akan diserap oleh molekul pigmen dan akan mendorong elektron pada keadaan energi yang lebih tinggi dan lalu tereksitasi. Hasil eksitasi elektron dari fotosistem I dan fotosistem II akan saling bereaksi dan akan menghasilkan glukosa yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman (Mohseni et all, 2008). Cahaya merah, sebagian juga diserap fitokrom tanaman, yang mana fitokrom ini berperan dalam proses pemanjangan batang tanaman (Campbell, 2002). Sedangkan cahaya biru mempunyai sifat menekan pertumbuhan tanaman. Cahaya biru mempunyai energi foton yang lebih besar dibandingkan cahaya merah. Energi foton yang tinggi dari cahaya biru dapat merusak hormon auksin pada tanaman cabai rawit, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman akan terhambat. Selain itu, cahaya biru juga diserap oleh molekul pigmen keratenoid dari tanaman sehingga akan merangsang penebalan batang dan daun, yang berakibat dengan terhambatnya pemanjangan batang tanaman (Fankhauser and Chory, 1997).

2. Jumlah Daun

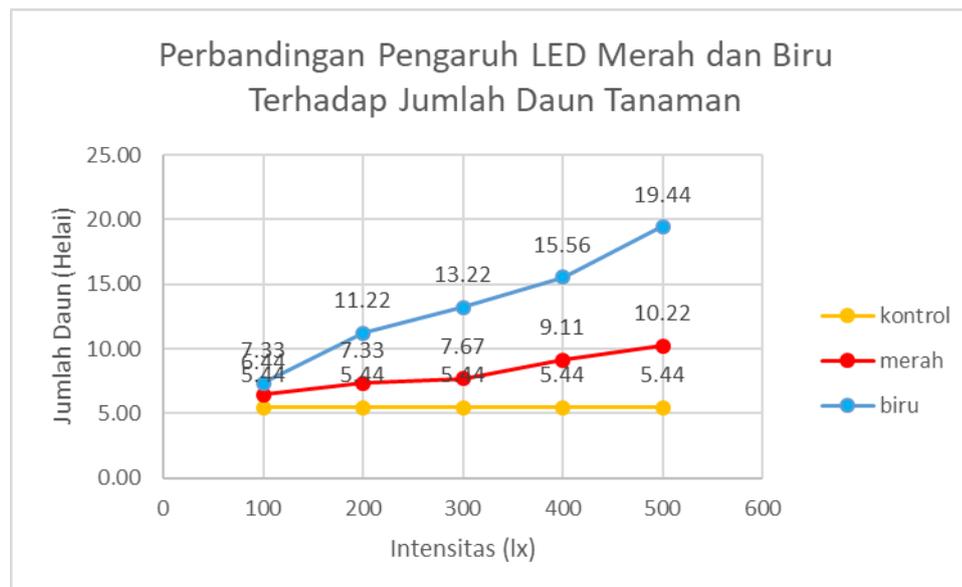
Dari hasil pengukuran dan perhitungan jumlah daun tanaman pada minggu ke-10 didapatkan hasil bahwa pada sampel yang diberi intensitas 100 lux, rata

jumlah daunnya adalah 6.44 ± 0.497 helai pada perlakuan cahaya merah dan 7.33 ± 0.667 helai pada perlakuan cahaya biru. Sedangkan pada sampel yang diberi intensitas 200 lux, rata-rata jumlah daunnya adalah 7.33 ± 0.667 helai pada perlakuan cahaya merah dan 11.22 ± 0.972 helai pada perlakuan cahaya biru. Adapun pada sampel yang diberi intensitas 300 lux, rata-rata jumlah daunnya adalah 7.67 ± 0.471 helai pada sampel yang diberi cahaya merah dan 13.22 ± 1.165 pada sampel yang diberi perlakuan cahaya biru. Pada sampel yang diberi intensitas 400 lux, rata-rata jumlah daunnya adalah 9.11 ± 0.737 helai pada perlakuan cahaya merah dan 15.56 ± 1.571 helai pada perlakuan cahaya biru. Sedangkan pada sampel yang diberi intensitas 500 lux, rata-rata jumlah daunnya adalah 10.22 ± 0.629 pada perlakuan cahaya merah dan 19.44 ± 1.571 pada perlakuan cahaya biru. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perbandingan pengaruh lampu LED merah dan biru terhadap jumlah daun tanaman

Intensitas (lx)	Rata-rata jumlah daun tanaman umur 10 minggu (helai)	
	Merah	Biru
100	6.44 ± 0.497	7.33 ± 0.667
200	7.33 ± 0.667	11.22 ± 0.972
300	7.67 ± 0.471	13.22 ± 1.165
400	9.11 ± 0.737	15.56 ± 1.571
500	10.22 ± 0.629	19.44 ± 1.571

Data dari tabel 4.10 dapat dibuat grafik perbandingan pengaruh intensitas lampu LED merah dan biru terhadap jumlah daun tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens. L.*) sebagaimana gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Pengaruh LED Merah dan Biru Terhadap Jumlah Daun Tanaman

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa perlakuan LED biru mempunyai pengaruh yang lebih baik terhadap jumlah daun tanaman dibandingkan dengan LED merah. Berdasarkan hasil analisis uji Paired sample t test didapatkan hasil nilai signifikansi (sig) yang besarnya kurang dari nilai alpha ($\alpha=0,05$) pada semua perlakuan, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata jumlah daun tanaman pada perlakuan LED merah mempunyai perbedaan yang signifikan terhadap rata-rata jumlah daun tanaman pada perlakuan LED biru pada rentang intensitas 100-500 lux. Hasil uji dapat dilihat pada lampiran 10.

Hasil diatas menunjukkan bahwa lampu LED biru mempunyai pengaruh yang lebih baik terhadap jumlah daun tanaman dibandingkan dengan lampu LED merah. Cahaya biru mempunyai energi foton yang lebih besar dibandingkan cahaya merah. Energi yang besar ini akan lebih efektif dalam mengeksitasi elektron pada pusat fotosintesis tanaman. Sehingga yang terjadi adalah laju metabolisme dan laju fotosintesis tanaman akan meningkat (Matsuda et al, 2004).

Laju fotosintesis yang meningkat membuat energi ATP dan NADPH yang dihasilkan melimpah dan dimanfaatkan oleh tanaman untuk proses pembentukan organ daun (Citra dan Suwasono, 2018). Cahaya merah mempunyai energi foton yang lebih kecil dibandingkan cahaya biru. Sehingga, laju transpor elektron pada tanaman cabai yang dipapari LED merah tidak lebih cepat daripada tanaman cabai yang diberi paparan LED biru. Hal tersebut menyebabkan daun yang terbentuk lebih sedikit (Hogewoning et al, 2010).

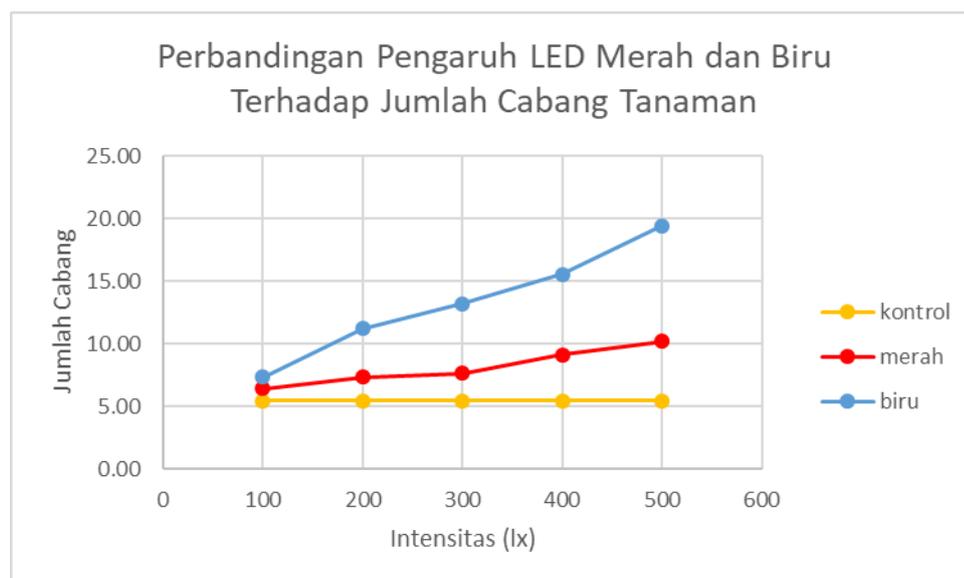
3. Jumlah Cabang

Dari hasil pengukuran dan perhitungan jumlah cabang pada minggu ke-10 didapatkan hasil pada sampel yang diberi intensitas 100 lux mempunyai rata-rata jumlah cabang 0.89 ± 0.566 buah pada perlakuan cahaya merah dan 1.56 ± 0.497 buah cabang pada perlakuan lampu LED biru. Sedangkan pada sampel yang diberi intensitas 200 lux, rata-rata jumlah cabangnya adalah 1.11 ± 0.566 buah pada perlakuan cahaya LED merah dan 1.89 ± 0.566 buah cabang pada perlakuan cahaya LED biru. Adapun pada sampel yang diberi intensitas 300 lux, mempunyai rata-rata jumlah cabang sebanyak 1.33 ± 0.471 buah pada perlakuan cahaya merah, dan 2.89 ± 0.314 buah cabang pada perlakuan cahaya biru. Pada sampel yang diberi intensitas 400 lux, rata-rata jumlah cabang 1.56 ± 0.497 buah pada perlakuan cahaya merah, dan 3.22 ± 0.415 buah cabang pada perlakuan cahaya biru. Pada sampel yang diberi intensitas 500 lux, rata-rata jumlah cabangnya adalah 1.89 ± 0.566 cabang pada perlakuan cahaya merah dan 4.78 ± 0.628 cabang pada perlakuan cahaya biru. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perbandingan pengaruh lampu LED merah dan biru terhadap jumlah cabang tanaman

Intensitas (lx)	Rata-rata jumlah cabang tanaman umur 10 minggu (cabang)	
	Merah	Biru
100	0.89 ±0.566	1.56 ±0.497
200	1.11 ±0.566	1.89 ±0.566
300	1.33 ±0.471	2.89 ±0.314
400	1.56 ±0.497	3.22 ±0.415
500	1.89 ±0.566	4.78 ±0.628

Data dari tabel 4.11 dapat dibuat grafik perbandingan pengaruh intensitas lampu LED merah dan biru terhadap jumlah cabang tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens. L.*) sebagaimana gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Pengaruh LED Merah dan Biru Terhadap Jumlah Cabang Tanaman

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa LED biru mempunyai pengaruh yang lebih baik terhadap jumlah cabang tanaman dibandingkan dengan LED merah. Berdasarkan hasil analisis uji *Paired sample t test* didapatkan hasil nilai signifikansi (sig) yang besarnya kurang dari nilai alpha ($\alpha=0,05$) pada perlakuan

intensitas tinggi, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata jumlah cabang tanaman pada perlakuan LED merah mempunyai perbedaan yang signifikan terhadap rata-rata jumlah daun tanaman pada perlakuan LED biru pada rentang intensitas 300-500 lux. Sedangkan pada intensitas 100-200 lux, menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai signifikansi yang lebih besar dari alpha ($\alpha=0,05$). Hasil uji dapat dilihat pada lampiran 11.

Dari hasil diatas, diketahui bahwa cahaya biru mempunyai pengaruh yang lebih baik terhadap jumlah cabang tanaman dibandingkan dengan cahaya merah, dengan perbedaan yang signifikan. Cahaya biru mempunyai frekuensi yang besar tetapi panjang gelombangnya lebih pendek daripada cahaya merah, sehingga energi foton dari cahaya biru lebih besar daripada energi foton cahaya merah. Besarnya energi cahaya yang ditangkap oleh molekul pigmen tanaman mempengaruhi laju metabolisme dari tanaman dan transpor elektron pada jaringan tanaman (Furbank et al, 1990). Saat energi cahaya yang diterima tanaman tinggi, maka energi tersebut akan lebih cepat dan efektif untuk mendorong elektron pada molekul pigmen tanaman dan menyebabkan elektron tersebut tereksitasi. Hasil eksitasi elektron tersebut berupa ATP dan NADPH akan digunakan untuk membentuk glukosa yang dimanfaatkan untuk pembentukan cabang tanaman (Citra dan Suwasono, 2018). Cahaya merah mempunyai energi yang lebih kecil dibandingkan cahaya biru, sehingga tanaman yang diberikan paparan LED merah mempunyai laju fotosintesis yang lebih rendah dibandingkan tanaman yang diberikan perlakuan LED biru. Hal tersebut membuat fotosintesis kurang efektif dan terbentuknya cabang tanaman lebih rendah dari pada sampel dengan

perlakuan biru (Goins et al, 1997).

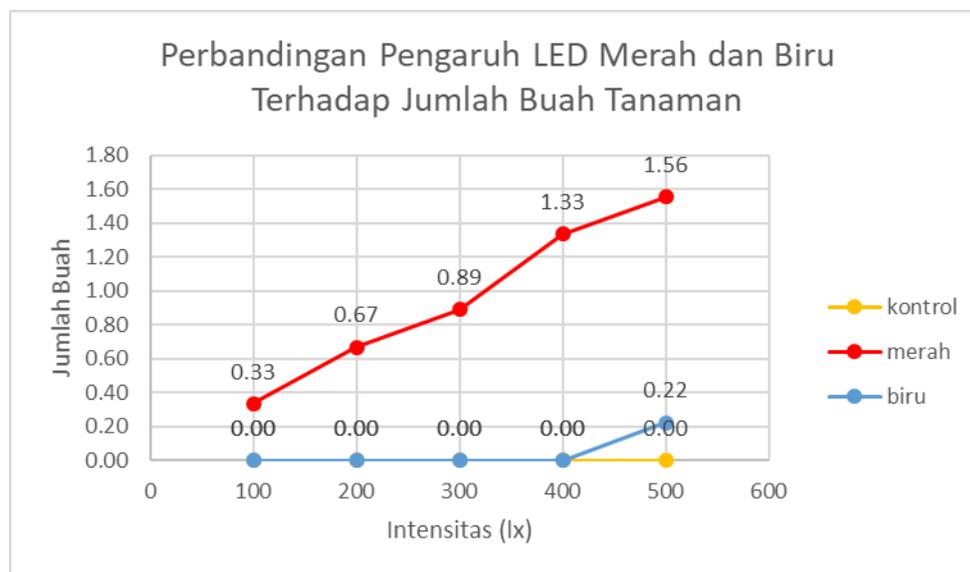
4. Jumlah Buah

Dari hasil pengukuran dan perhitungan jumlah buah tanaman, didapatkan hasil pada sampel yang diberi intensitas 100 lux mempunyai rata-rata jumlah buah 0.33 ± 0.471 buah pada perlakuan cahaya merah dan pada perlakuan cahaya biru tidak menghasilkan buah. Sedangkan pada sampel yang diberi intensitas 200 lux, rata-rata jumlah buahnya adalah 0.67 ± 0.471 pada perlakuan cahaya merah dan pada perlakuan cahaya biru sampel tidak berbuah. Pada perlakuan 300 lux, rata-rata jumlah buahnya adalah 0.89 ± 0.566 pada perlakuan cahaya merah, dan pada perlakuan cahaya biru tidak terdapat buah. Adapun pada sampel yang diberi intensitas 400 lux, rata-rata jumlah buahnya 1.33 ± 0.816 buah pada perlakuan cahaya merah, sedangkan pada perlakuan cahaya biru belum terdapat buah. Pada sampel yang diberi intensitas 500 lux, rata-rata jumlah buahnya adalah 1.56 ± 0.684 buah pada perlakuan cahaya merah dan $0,22 \pm 0.415$ buah pada perlakuan cahaya biru. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perbandingan pengaruh lampu LED merah dan biru terhadap jumlah buah tanaman

Intensitas (lx)	Total jumlah buah	
	Merah	Biru
100	0.33 ± 0.471	0 ± 0.000
200	0.67 ± 0.471	0 ± 0.000
300	0.89 ± 0.566	0 ± 0.000
400	1.33 ± 0.816	0 ± 0.000
500	1.56 ± 0.684	$0,22 \pm 0.415$

Data dari tabel 4.12 dapat dibuat grafik perbandingan pengaruh intensitas lampu LED merah dan biru terhadap jumlah buah tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens. L.*) sebagaimana gambar 4.12.



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Pengaruh LED Merah dan Biru Terhadap Tinggi Tanaman

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa LED merah mempunyai pengaruh yang lebih baik terhadap jumlah buah tanaman dibandingkan LED biru. Berdasarkan hasil analisis uji Paired sample t test didapatkan hasil nilai signifikansi (sig) yang besarnya kurang dari nilai alpha ($\alpha=0,05$) pada perlakuan intensitas tinggi, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata jumlah buah tanaman pada perlakuan LED merah mempunyai perbedaan yang signifikan terhadap rata-rata jumlah buah tanaman pada perlakuan LED biru pada intensitas 300-500 lux. Sedangkan pada intensitas 100-200 lux, menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai signifikansi yang lebih besar dari alpha ($\alpha=0,05$). Hasilnya dapat dilihat pada lampiran 12.

Dari hasil diatas, dapat diketahui bahwa cahaya merah dan biru mempunyai perbedaan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah buah tanaman. Menurut (Runkle, 2015) cahaya merah mempunyai pengaruh yang lebih baik terhadap fitokrom tanaman, sehingga dapat merangsang pembungaan meskipun intensitas cahaya yang digunakan rendah. Sedangkan, cahaya biru perlu intensitas yang tinggi agar dapat merangsang pembungaan tanaman (Runkle, 2015).

4.2 Pembahasan

Pemaparan lampu LED merah dan biru pada tanaman cabai rawit memberikan efek yang positif terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Tanaman yang diberikan paparan LED merah dan biru dengan intensitas 100 lux-500 lux mempunyai rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dan jumlah buah yang lebih besar daripada sampel tanpa perlakuan atau kontrol.

Spektrum cahaya warna merah dan biru merupakan spektrum yang efektif dalam proses fotosintesis tanaman. Dalam proses fotosintesis tanaman memerlukan spektrum cahaya tampak dengan panjang gelombang 400-700 nm dimana puncak penyerapan molekul pigmen pada tanaman terletak pada panjang gelombang paling panjang (cahaya merah) dan paling pendek (cahaya biru) (Campbell, 2002).

Ketika tumbuhan cabai rawit (*Capsicum frutescens. L.*) dipapari lampu LED, maka energi cahaya lampu LED tersebut akan diserap oleh klorofil tumbuhan. Energi cahaya yang dalam bentuk foton akan ditangkap oleh antena penangkap cahaya tanaman dan kemudian menumbuk molekul pigmen kemudian masuk ke pusat klorofil akibat ditangkap oleh antena penangkap cahaya dan dengan bantuan energi eksitasi elektron ditransfer ke pusat reaksi fotosintesis fotosistem I (FSI) dan fotosistem II (FSII) (Sinclair and Muchow, 1999).

Ketika tanaman cabai rawit menerima paparan cahaya LED, maka foton dari cahaya LED akan ditangkap oleh daun dan akan menumbuk molekul pigmen tanaman. Ketika foton mengenai fotosistem I (FSI) dan fotosistem II (FSII) foton tersebut kemudian akan mendorong elektron pada FSI dan FSII menuju molekul pigmen (Blankenship, 2002). Pada FSII elektron berenergi akan digerakkan dari pusat reaksi FSII menuju rantai transport elektron. Elektron yang hilang pada FSII akan digantikan oleh elektron hasil fotolisis dari molekul air dan akan menghasilkan oksigen dan eksitasi elektronnya menghasilkan energi ATP. Elektron berenergi rendah dari FSII dibawa menuju FSI dan dengan adanya foton yang menumbuk FSI, maka energi dari foton cahaya akan mendorong elektron menuju rantai transport elektron dan dari FSI akan mereduksi NADP menjadi NADPH. NADPH dari FSI dan energi ATP yang dihasilkan oleh FSII akan saling bereaksi dan akan menghasilkan glukosa dan karbohidrat yang digunakan untuk cadangan makanan dan digunakan untuk pertumbuhan meristem apikal dan meristem lateral (Campbell, 2002).

Intensitas cahaya mempunyai peran penting terhadap pertumbuhan tanaman. Besar kecilnya intensitas cahaya yang diterima tanaman, akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Kirk, 1994). Semakin besar intensitas cahaya yang diterima, maka semakin besar energi yang diterima tanaman dan semakin banyak foton yang masuk ke pusat fotosintesis. Akibatnya, akan terjadi lonjakan energi ATP akibat dari eksitasi elektron dan membuat laju metabolisme akan meningkat. Meningkatnya laju metabolisme tanaman ini beriringan dengan meningkatnya laju fotosintesis tanaman dan transpor elektron dan hasil fotosintesis keseluruhan bagian tanaman (Taiz dan Zeiger, 1998).

Intensitas cahaya yang tinggi akan membuat tanaman mempunyai daun dan cabang yang lebih banyak. Hal ini disebabkan hasil fotosintesis dari tanaman yang terkena intensitas cahaya yang tinggi lebih banyak dibandingkan dengan tanaman yang terkena intensitas cahaya yang lebih rendah. Hasil fotosintesis tanaman berupa glukosa akan ditranslokasikan keseluruh jaringan tanaman melalui floem, yang digunakan untuk mengaktifkan pertumbuhan tunas, daun, batang dan cadangan makanan (Citra dan Suwasono, 2018).

Perbedaan warna cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Cahaya merah dan biru merupakan spektrum cahaya yang paling optimal diserap tumbuhan dalam fotosintesis (Campbell, 2008). Cahaya merah (610 – 750 nm) berperan dalam mensimulasi vegetatif dan pembungaan akan tetapi jika jumlahnya terlalu banyak, akan membuat tanaman tersebut menjadi lebih tinggi dan ramping. Cahaya biru (400 – 520 nm) berfungsi untuk menjaga laju pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh ideal, khususnya pada pembibitan tanaman berdaun lebar dan pendek (Sandag dkk, 2017).

Cahaya merah mempunyai panjang gelombang yang paling besar yakni sekitar 620-750 nm, namun mempunyai energi yang kecil. Panjang gelombang tersebut cocok bagi tumbuhan. FSI dan FSII pada tumbuhan sangat sensitif terhadap cahaya dengan panjang gelombang 700 nm dan 680 nm. Ketika diberikan paparan cahaya merah, FSI dan FSII akan mengalami puncak penyerapan foton (Campbell, 2008). Kedua organ fotosintesis tersebut secara periodik akan menyerap cahaya merah dan energi dari cahaya yang diserap akan membuat elektron tereksitasi untuk menghasilkan energi fotosintesis yang berguna dalam pertumbuhan tanaman (Campbell, 2008). Pada tanaman terdapat fitokrom yang sangat sensitif terhadap

cahaya merah. Fitokrom tanaman mempunyai puncak penyerapan pada panjang gelombang 660nm. Fitokrom ini berperan dalam menstimulasi waktu pembungaan pada tanaman dan merangsang pemanjangan batang tanaman (Syafriyudin, 2015).

Selain cahaya merah, klorofil tanaman juga sensitif terhadap cahaya biru. Akan tetapi kebutuhan cahaya biru tanaman tidak sebanyak kebutuhan akan cahaya merah. Cahaya biru mempunyai energi yang paling besar dibandingkan cahaya dengan warna lain. Energi yang besar dari cahaya biru kurang efisien pengaruhnya terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (Runkle, 2017). Cahaya biru bersifat menekan pertumbuhan tanaman. Akan tetapi, karena energinya yang besar, maka cahaya biru bermanfaat sebagai penyeimbang cahaya merah dalam fotosintesis. Cahaya biru dapat merangsang pertumbuhan sehat pada tanaman (Okamoto, 1996).

4.3 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an

Tumbuhan merupakan salah satu makhluk ciptaan Allah SWT yang bermanfaat bagi kehidupan yang ada di bumi. Tumbuhan merupakan produsen utama pada rantai makanan, sehingga makhluk hidup lain banyak yang bergantung pada tumbuhan. Bagi manusia tumbuhan bisa dimanfaatkan dalam berbagai macam aspek yang meliputi sandang dan pangan, seperti yang dijelaskan pada Al-Qur'an surah 'Abasa ayat 24-32.

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ (٢٤) أَنَا صَبَّبْنَا الْمَاءَ صَبًّا (٢٥) ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا (٢٦) فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا
 (٢٧) وَعِنَبًا وَقَضْبًا (٢٨) وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا (٢٩) وَحَدَائِقَ غُلْبًا (٣٠) وَفَكْهَةً وَأَبًّا (٣١) مَتَعًا لَكُمْ
 وَلَا نَعْبُدُكُمْ (٣٢)

“Maka hendaklah manusia itu memerhatikan makanannya(24) Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit)(25) Kemudian kami belah bumi dengan sebaik-baiknya(26) lalu di sana kami tumbuhkan biji-bijian(27) dan anggur dan sayur-sayuran(28) dan zaitun dan pohon kurma(29) dan kebun-kebun yang rindang(30) dan buah-buahan serta rerumputan(31) (Semua itu) untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu(32)”(QS. ‘Abasa ayat 24-32)

Menurut tafsir Syaikh Prof. Dr. Shalih Fauzan Al-Fauzan dalam kitabnya "الْقَوْلُ الْأَجْمَلُ فِي تَفْسِيرِ الْمَفْصَلِ" dijelaskan bahwa pada ayat ke-24 Allah telah melimpahkan karunia dan rahmatnya kepada hambanya berupa makanan dan dari makanan tersebut dapat mencukupi kebutuhan gizi manusia. Pada ayat 25-27 dijelaskan darimana asal kenikmatan tersebut, melalui peristiwa-peristiwa yang runtut. Adapun peristiwanya meliputi, diturunkannya air (dari langit) yang melimpah, kemudian air tersebut meresap ke tanah melalui celah-celah dan kemudian mengenai biji-bijian yang ada ditanah. Dari dalam tanah, biji-bijian yang terkena air kemudian mengalami imbibisi, kemudian Allah membelah tanah itu dengan tanaman yang tumbuh dari dalam tanah. Dan ditumbuhkannya tanaman-tanaman dari biji-bijian yang ada di dalam tanah. Pada ayat 28-31 disebutkan tanaman yang tumbuh berupa anggur dan sayur-sayuran, zaitun dan kurma, serta kebun-kebun yang lebat, dan buah-buahan dan rerumputan. Tanaman yang disebutkan diatas merupakan tanaman yang banyak dimanfaatkan dan tentu banyak dikenal oleh banyak orang, serta rerumputan yang dapat digunakan sebagai pakan hewan ternak. Kemudian pada ayat 32 dijelaskan bahwa kenikmatan diatas diperuntukkan bagi kita dan hewan ternak kita.

Selain dimanfaatkan untuk dikonsumsi, tanaman juga dapat menghasilkan oksigen. Untuk bisa menghasilkan oksigen, tanaman akan melakukan proses yang disebut fotosintesis. Dalam prosesnya, peristiwa fotosintesis ini memerlukan adanya energi cahaya. Cahaya sendiri berperan sebagai penyedia energi yang dengan cara bereaksi dengan air dan karbon dioksida, energi cahaya tersebut akan dikonversi menjadi energi kimia dan oksigen. Seperti pada Al-Qur'an surah Al-An'am ayat 99 yang berbunyi:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

“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 ayat 99)

Menurut Quraish Shihab dalam tafsir Al-Misbah pada surah Al-An’am ayat 99, dijelaskan beberapa fase tumbuhan mulai dari biji sampai menghasilkan buah yang bermacam-macam yang dapat dikonsumsi. Dalam proses tersebut tanaman memerlukan air dan cahaya matahari. Cahaya matahari akan ditangkap oleh klorofil tanaman dan akan terjadi peristiwa fotosintesis. Dari peristiwa fotosintesis tersebut maka akan menghasilkan oksigen dan buah yang hasilnya digunakan oleh manusia dan hewan (Shihab, 2001).

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh intensitas lampu LED merah dan biru terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens. L.*) dalam sistem indoor, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Paparan lampu LED merah dan LED biru dengan intensitas 100 lux, 200 lux, 300 lux, 400 lux, dan 500 lux mempunyai pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabai rawit, dengan hasil terbaik didapatkan pada intensitas 500 lux. Kecuali pada parameter tinggi tanaman dengan perlakuan LED biru, dimana pada perlakuan LED biru mempunyai tinggi maksimal pada perlakuan intensitas 200 lux.
2. Lampu LED merah mempunyai pengaruh yang lebih baik untuk tinggi dan produktivitas tanaman cabai rawit dibandingkan lampu LED biru, sedangkan lampu LED biru mempunyai pengaruh yang lebih baik terhadap jumlah daun dan jumlah cabang tanaman cabai, dibandingkan lampu LED merah.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka saran yang diberikan sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan teknik kombinasi LED warna merah dan biru agar dapat membantu tanaman tumbuh lebih baik.
2. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan penambahan variasi lainnya, seperti waktu pemaparan.

3. Untuk penelitian selanjutnya, dapat diukur spektrum cahaya LED yang digunakan.
4. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan teknik tanam hidroponik agar tanaman lebih homogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmalia, D. 2017. “*Tingkat Segregasi Sifat Cabai Lotanbar Rangkaian Tiga Pada Generasi Ke-3 di Kecamatan Mungka Kabupaten Lima Puluh Kota*”. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang. 46 hal.
- Alquran Terjemahan. 2015. Departemen Agama RI. Bandung: CV Darus Sunnah.
- Andayani, S. A. (2016). “*Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi cabai merah*”. *Mimbar agribisnis*. 1(3), 261-268.
- Blankenship, R.E. 2002. *Molecular Mechanism of. Photosynthesis*, Blackwell Science, Oxford.
- Bueche, Frederick J.2006. “*FISIKA UNIVERSITAS Edisi Kesepuluh*”. Jakarta: Erlangga.
- Cahyono, bambang. 2003. “*Cabai rawit teknik budidaya dan analisis usaha tani*”. Yogyakarta: Kanisius.
- Citra, W. S., Dan Suwasono Heddy. 2018 Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Keragaman Tanaman Puring (*Codiaeum Variegetum*). *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol. 6, No. 1.
- Campbell, N.A., Reece, J.B & Mitchell, L.G. 2002. *Biologi*. Jilid 1. Edisi kelima. Jakarta: Erlangga.
- Campbell, N. A. 2008. *Biologi Edisi ke 8 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Deram, paul., Mark G. lefsrud., dan Valery. (2014). *Supplemental Lighting Orientation and Red-to-blue Ratio of Light-emitting Diodes for Greenhouse Tomato Production*. *Hortscience*, 49(4), 448–452.
- Faraoni, valerio. 2006. *Exercises in Environmental Physics*. Lennoxville: Bioshop's university.
- Farquhar, G. D., von Caemmerer, S., & Berry, J. A. (1980). A biochemical model of photosynthetic CO₂ assimilation in leaves of C₃ species. *Planta*, 149(1), 78–90.
- Fassioli, F., Olaya-Castro, A., Scheuring, S., Sturgis, J. N., & Johnson, N. F. (2009). Energy Transfer in Light-Adapted Photosynthetic Membranes: From Active to Saturated Photosynthesis. *Biophysical Journal*, 97(9), 2464–2473.
- Ferita, Istiono. 2009. Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Bibit Gambir (*Uncaria gambir Roxb*). *Jurnal Jerami*. 2 (2). ISSN 1979-0228.

- Fankhauser C and Chory J (1997) Light control of plant development. *Ann Rev Cell Dev Biol* 13: 203–229.
- Fried, George H dan George J. . 2005. *Biologi edisi kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Furbank RT, Jenkins CLD and Hatch MD (1990) C4 photosynthesis: Quantum requirement, C4 acid overcycling and Q-cycle involvement. *Aust J Plant Physiol* 17:1-7
- Gabriel, J. F. 1988. *Fisika Kedokteran. Edisi Pertama*. Denpasar: EGC.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, dan R. L. Mitchell. 1991. *Physiology of Crop Plants (Fisiologi Tanaman budidaya, alih bahasa : Herawati susilo)*. Jakarta: UI Press
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Jilid 2, diterjemahkan oleh Yuhilza Hanum dari. Physics Fifth Edition*, Jakarta: Erlangga.
- Goins et al. (1997). Photomorphogenesis, photosynthesis, and seed yield of wheat plants grown under red light-emitting diodes (LEDs) with and without supplemental blue lighting. *Journal of Experimental Botany*, 48(312), 1407-1413.
- Hariyadi, Rudi dkk. (2017). Pengaruh cahaya lampu 15 watt terhadap pertumbuhan tanaman pandan (*Pandanus Amaryllifolius*). *Jurnal ilmiah penelitian dan pembelajaran fisika*, 3(2), 100-109.
- Hernandez, R., & Kubota, C. (2012). Tomato Seedling Growth And Morphological Responses To Supplemental Led Lighting Red:Blue Ratios Under Varied Daily Solar Light Integrals. *Acta Horticulturae*, (956), 187-194.
- Hikosaka, K., Ishikawa, K., Borjigidai, A., Muller, O., & Onoda, Y. (2005). Temperature acclimation of photosynthesis: mechanisms involved in the changes in temperature dependence of photosynthetic rate. *Journal of Experimental Botany*, 57(2), 291-30.
- Hogewoning, Sander W. et al (2010). Blue Light Dose–Responses Of Leaf Photosynthesis, Morphology, And Chemical Composition Of *Cucumis Sativus* Grown Under Different Combinations Of Red And Blue Light. *Journal of Experimental Botany*, 61(11), 3107–3117.
- Kamajaya. 2007. *Cerdas Belajar Fisika*. Jakarta: Grafindo Media Pratama.
- KEMENTAN RI. 2018. Data lima tahun terakhir. [www. Pertanian.go.id/home](http://www.Pertanian.go.id/home)
- Kirk, John T.O. 1994. *Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystem Second Edition*. Cambridge: Cambridge University.

- Knox, R. S. (1969). Thermodynamics and the Primary Processes of Photosynthesis. *Biophysical Journal*, 9(11), 1351-1362.
- Kremes MR, Shchekin B, Mueller-Mach R, Mueller GO, Zhou L, Harbers G, Craford MG. 2007. Status and future of high-power light-emitting diodes for solidstate lighting. *J. Display Techno*, 3(2), 160-175.
- Latifah, Nur L. 2015 “Fisika Bangunan 2”. Jakarta: Griya kreasi.
- Lingga, Lanny. 2012. *Health Secret Of Pepper (Cabai)*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Massa, G.D., H.H. Kim, R.M. Wheeler, and C.A. Mitchell. (2008). Plant productivity in response to LED lighting. *HortScience*, 43, 1951-1956.
- Matsuda R, Ohashi-Kaneko K, Fujiwara K, Goto E, Kurata K. 2004. Photosynthetic characteristics of rice leaves grown under red light with or without supplemental blue light. *Plant and Cell Physiology* 45, 1870–1874.
- Mohseni, Masoud et all. 2008. Environment-Assisted Quantum Walks in Energy Transfer of Photosynthetic Complexes. *Journal of Chemical Physics*,
- McNellis, T., X.W. Deng. 1995. Light control of seedling morphogenic pattern. *The Plant Cell* 7:1749-1761.
- Nanya, K., Ishigami, Y., Hikosaka, S., & Goto, E. (2012). “Effects Of Blue And Red Light On Stem Elongation And Flowering Of Tomato Seedlings”. *Acta Horticulturae*, (956), 261–266.
- Novinanto, Antonius, dan Andre Wijaya setiawan. (2019). “Pengaruh variasi sumber cahaya LED terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*lactuca sativa var. Crispa L*) dengan sistem budidaya hidroponik rakit apung”. *Jurnal ilmu pertanian*, 31(2), 193-206.
- Nurpita, Anisa, Latri Wihastuti, dan Ike Yuli Anjani. (2018). “Dampak alih fungsi lahan terhadap ketahanan pangan rumah tangga tanidi kecamatan temon kabupaten kulon progo”. *Jurnal gama societa*, 1(1), 103-110.
- Okamoto, K., T. Yangi., S. 1996. Development of plant growth apparatus using blue and red led as artificial light source. *Acta Horticulturae*. 440: 111-116
- Putri, Retno, B.A, Daru Nurdiana, dan Dwi Harjoko. (2018). Penggunaan beberapa komposisi spektrum LED pada potensi dan hasil hidroponik *indoor* selada keriting hijau. *Agrosains*, 20(1), 1-6.
- Rostini, Neni. 2011.”6 Jurus Bertanam Bebas Hama Dan Penyakit”. Jakarta: Agromedia Pustaka.

- Rukaman, 2002. Usaha Tani Cabai Rawit .Yogyakarta: Kanisius.
- Runkle, E. 2016. Red Light and Plant Growth. Michigan State University Extension Floriculture Team. Available at: [http://flor.hrt.msu.edu/assets/Uploads/Redlight3 .pdf](http://flor.hrt.msu.edu/assets/Uploads/Redlight3.pdf) (Diakses tanggal 3 April 2021).
- Runkle, E. 2015. Light Wavebands & Their Effects on Plants. Michigan State University Extension Floriculture Team. Available at: [http://flor.hrt.msu.edu/assets/Uploads/Lightwavebands .pdf](http://flor.hrt.msu.edu/assets/Uploads/Lightwavebands.pdf) (Diakses tanggal 1 Mei 2021)
- Ryer, A. 1998. Light measurement Handbook Technical Publications Departemen Internasional, Inc 17 Graft Road Newburyport, MA. USA. PP 29-32.
- Sabzalian, M.R. (2019). Improvement in drought tolerance of lemon balm, *Melissa officinalis* L. under the pre-treatment of LED lighting. Plant physiology and biochemistry, 139, 548-557.
- Setyowati, Tetty dan Deswanti, F. 2007.” Biologi interaktif”. Jakarta: Azka press.
- Silta, Yoki Novra, dan Yudiakto Pramudya. 2017. Pengembangan alat peraga bintang matahari menggunakan LED berbasis Arduino. Jurnal fisika dan aplikasinya, 2(3), 195-202.
- Shihab, Muhammad Quraish, 2001, Tafsir Al-misbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur’an. Jakarta: Lentera hati.
- Sinclair, T. R., & Muchow, R. C. (1999). Radiation Use Efficiency. Advances in Agronomy Volume 65, 215–265.
- Suyanto, Hery dkk. 2011. Pengaruh Intensitas Cahaya Merah 680 Nm Terhadap Laju Pertumbuhan Dan Kadar Klorofil-A Pada Fase Pembibitan Tanaman Tomat. Seminar Nasional Fisika 2011. ISSN 2088-4176.
- Syafriyudin dan Novani Thabita Ledhe. 2015. Analisis Pertumbuhan Tanaman Krisan pada Variasi Warna Cahaya Lampu LED. Jurnal Teknologi. 8(1), 83-87. Yogyakarta.
- Taiz L. dan Zeiger E. 1998. Plant Physiology. Sunderland: Sinauer Associates Inc.
- Van der Mescht, A., J.A. de Ronde & F.T. Rossouw. 1999. Chlorophyll fluorescence and chlorophyll content as a measure of drought tolerance in potato. South African J. of Sci. 95, 407- 412
- Van Grondelle, R., & Novoderezhkin, V. I. (2011). Quantum effects in photosynthesis. Procedia Chemistry, 3(1), 198–210.

Yorio NC, Goins GD, Kagie HR, Wheeler RM, Sager JC. (2001). Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation. *Hortscience* 36, 380–383.

Young, Hugh dan Roger A. Friedman. 2002. “Fisika Universitas (Terjemahan) Jilid.1”. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Perhitungan Tinggi Tanaman

Hari	Tinggi Tanaman (kontrol)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	17.3	17.2	16.6	16	15.8	15.2	15	15	14
1	18	17.5	17	17.5	16.5	16	15.5	17.7	15
2	19.5	19	18.5	18.5	18	18.5	17	19	17
3	21	21.5	20	20	19.5	20	18.5	20	19.5
4	23	24	22	21.5	21.5	21.5	20	21.5	21
5	25.5	26.8	24	23	23	23	23.5	23	23
6	27	29	26	25	25.5	25.5	25.5	25	25
7	29	29.5	29	26.5	27.4	27	28	27	26.5
8	31	30	30	29	30	28	30.5	28.5	28
9	32	31.5	30.5	30	31	29	31	29.5	30.5
10	30.5	32	31	32	33	30	31.5	29	31

Hari	Tinggi Tanaman (merah 100lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	17.5	16	15.8	15.5	15.5	15.3	15.2	14	14
1	18.5	18	17	16	16	16	16.5	14.5	15.5
2	20	22	20	19	17	17.5	17	17	17
3	23	24.5	21.5	21	19.5	19.5	19	19	21.5
4	25.5	26	23	23	23	23	22.5	21.5	24
5	28	28	25	25.3	25.5	25.5	26	25	26.5
6	32	31	28.5	28.5	28.5	28.5	29	28	28
7	33	34.5	31	31	32	32	32	31	31.5
8	34	36	33.5	32.5	33.5	35	33.5	32.5	34
9	36	37	35	34.5	35	37	34	35.5	36
10	34	38	36.5	36.5	39	38	34.4	36.6	38.5

Hari	Tinggi Tanaman (merah 200lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	18	17.5	17.3	17	16.5	16.2	16	15.5	14.8
1	18.5	18	18.5	18.5	18	17	18	17.5	16
2	23	22	20	21	23	20.5	20.5	19	19
3	26.5	26	22.5	24.5	27.5	24	24	24.5	23
4	29.5	28.5	26	28	30	28.5	27.5	27.5	27
5	32	31.5	29	30	31.5	32.5	29	30	29.5
6	35	34	32	31.5	34	36.5	32.5	33	32
7	37.5	36	35.5	33	36	38	34.5	35.5	34
8	39	37	37	35	37.5	39	36	37	35.5
9	40	38.5	38	37	39	40	37.5	38.5	37
10	37.5	40	37	40	39.5	42	38.5	41	38.5

Hari	Tinggi Tanaman (biru 300lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	18	17.7	17.3	17	16.4	16.1	16.1	16	15
1	19	18.5	19	19.5	18	17.5	17	17.5	16.5
2	23	20	23.5	22	20.5	19	18.5	21	18
3	27	23.4	26	25.5	24	23.5	22	25	23
4	31	27	29	28	27.5	27	26	28.5	27
5	35	32.5	31	32	31	30	31	30	30
6	38	35	32	35	35.5	34.5	34	32.5	33.5
7	41	37	33	37	38.5	38	38.5	35	36
8	43	39.5	35.5	39.5	41	41.1	41	38.5	39.5
9	42	41	40.2	41	42	42	42	41.5	41
10	39.6	42	40.6	44	47	43	42.5	41	40.3

Hari	Tinggi Tanaman (merah 400lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	17.5	17.4	17	16.8	15.9	15.5	15.5	15	14.5
1	18.5	19	19	18	16.8	16.5	17	16	16
2	21.5	22.5	21	20	18	18	19	18.5	18
3	25	28	23	23	20	20	21.5	22	20.5
4	29	32	26	27	24.5	23	24.5	25.5	23.5
5	35.5	36	30	31	30	27	28	29	26.5
6	42	40.5	35	36.5	35	31	34	34	30
7	45	43	40.5	43.5	40.5	36.5	40.5	39	34.5
8	47	47	45.5	48.5	46	48.5	45	45.5	46
9	49	49	47	49	48	50	48	49	48.5
10	48	50.5	47.5	51	54	51	49.5	51.5	48

Hari	Tinggi Tanaman (merah 500lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	17.8	16.2	16.2	16.8	16.7	16.3	16	15	14
1	19	18.5	17	17.5	18	17	17	17.5	15.3
2	21	22	19.5	21	20.5	18.5	19.5	20.5	17.5
3	24.5	23.5	22.5	25	24	21.5	24	23.5	21
4	28	24.5	26	28.5	28.5	25	27.5	27.5	25
5	33.5	28	30.5	32	33.5	29	32	32.5	29.5
6	39.5	32	34.5	36.5	38.5	35.5	36.5	38	34
7	43	35	38.5	40.5	44	42	40.5	43	39
8	49	39	44.5	45	48	49	45.5	46	44.5
9	53	43	46.5	47	52.5	51	46	51	45
10	50	52.5	51	52.6	55.5	53.5	51.7	51.7	51

Hari	Tinggi Tanaman (biru 100lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	17	16.2	15.8	15.5	15.4	15	14.8	14.5	14
1	18	18	16.5	16.2	16.6	15.6	15	16	15.4
2	19.5	23	17.5	17	17.6	17	16.5	17.5	17
3	22	25.5	19	18	19	18.5	18	20	19.5
4	24.5	25.5	20	19.5	20	20	20	22	22
5	26	28.5	22.5	21.5	21.5	22	22	23	24.5
6	27.5	32	25	24	23.5	24	24.5	24	26
7	29	33	28	27.5	25.5	27.4	25	25	28
8	30	33.5	28.5	29.5	27.5	30	26.5	26.5	30.5
9	30.5	34	29	30	30	32	28	28	31
10	31	32	30	32	35	32	31.5	31.5	30

Hari	Tinggi Tanaman (biru 200lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	16.8	16.6	15.6	15.5	15.5	15.5	14.2	14.1	13.8
1	17	17	16.2	16.8	16.6	16	14.5	15.9	15.3
2	18	18	17.5	18	18	17	15	17	16
3	19.5	19.5	19	19.5	19.5	18	16.5	18.5	17
4	21.5	21	21.5	21	22.5	19.5	18	20	18
5	24	23	24	23.5	26	21.5	20	22	19.5
6	27.5	24.5	26.8	26	29	23	22.5	24	21
7	29.5	26	29	28.5	32.5	26	25	27	23
8	31	27	31.5	31.5	34	29	27	29.5	25
9	32	28	33	34.5	34.5	31	28.5	32.5	28
10	30.5	31	32	33	35	33	31.5	32	31

Hari	Tinggi Tanaman (biru 300lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	17.7	17.5	16.5	16.2	16	16	15.3	15	15
1	18	19	17.5	17.5	16	16	16	15.5	16
2	18.5	20	19	19	17	17.5	17	17	17
3	20	21.5	21	21	18.5	18.5	18	18	18
4	21.5	23	23	24	23	21	21.5	21	21.5
5	23	25	25.5	27	27	24.5	25	24.5	25
6	25	27	27	29.5	29	26.5	27	27	28
7	26.5	28.5	28	31	31.5	28	29	29.5	30
8	29	29.5	28.5	32	32	29	30	30	31
9	31	31	29.5	31	33	30	31	30.5	32
10	29	31	31	31.5	34	30.5	32	31	33

Hari	Tinggi Tanaman (biru 400lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	18	17.6	17.3	17.3	16.6	16.6	16	15.6	15
1	19.5	18	19	18.5	17.5	17	17	16.5	16
2	21	19.5	20.5	20	19	18.5	19	18	17.5
3	23.5	22	23	22.5	23	20	20.5	19.5	19
4	25	24.5	25	24	25.5	23	23	22	21
5	27	25.5	26.5	26.5	28	24.5	25	24.5	24.5
6	28	26.5	27.5	28	29	26	27	26.5	26.5
7	29	27	28	29.5	30.5	27.5	28.5	27.5	28
8	30	28	29.5	30.5	32	29	30	29	29
9	31	28.5	30.5	31	33.5	30	31	30.5	30
10	32	29	31	31.5	34.5	31	31.5	31.5	30.5

Hari	Tinggi Tanaman (biru 500lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	17.8	15.6	15.4	15.3	15.2	15	14.8	14.6	14.6
1	18.5	16	16	16.5	16.6	15.5	15	15.3	16
2	20	18	18.5	17	18	16.5	16	16	17.5
3	21.5	19.5	20	18	19.5	18	17.5	17	18.5
4	23	22	23	19.5	22.5	19.5	20	18	20.5
5	24	24.5	25.5	21	26	21	22	19.5	22.5
6	25	26	27	23	29	23	23.5	21	25
7	26	27	28	24.5	32.5	24.5	25	23	28
8	27	28	29	26	34	25.6	27	25	30
9	28.5	29	30	27	35	26.5	29	28	31.5
10	29	30	30.5	30.5	33	28	29	31	31

LAMPIRAN 2

Hasil Perhitungan Jumlah Daun Tanaman

Hari	Jumlah daun (kontrol)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	6	5	6	6	6	6	6	5	5
1	6	5	6	6	6	6	6	5	5
2	6	5	6	6	6	6	6	6	5
3	7	5	6	7	6	6	6	6	5
4	7	6	6	7	6	6	7	6	5
5	7	6	6	7	7	6	7	6	5
6	6	6	5	7	7	6	7	7	5
7	6	6	5	6	6	6	6	6	5
8	6	6	5	6	6	6	6	6	4
9	6	6	5	6	6	5	6	5	4
10	5	6	5	5	6	5	6	6	5

Hari	Jumlah daun (merah 100 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	4	6	6	6	5	6	6	6	6
1	4	6	6	6	5	6	6	6	5
2	4	6	6	7	5	6	6	6	5
3	5	6	6	7	5	6	6	6	6
4	6	6	7	7	6	6	6	6	6
5	6	6	7	7	6	7	6	6	6
6	6	6	7	7	6	7	6	6	5
7	5	6	6	7	5	7	6	5	5
8	5	8	6	7	6	7	5	7	5
9	6	7	7	6	6	7	6	5	6
10	7	7	7	6	6	7	6	6	6

Hari	Jumlah daun (merah 200 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	7	6	5	6	5	5	6	6	6
1	7	6	5	6	5	5	6	6	6
2	7	6	5	6	5	5	6	6	6
3	7	6	6	6	6	6	6	6	6
4	8	7	6	7	6	6	7	7	6
5	8	7	6	7	7	6	7	7	7
6	8	7	7	7	7	6	7	7	7
7	7	8	7	7	7	7	7	6	7
8	7	8	7	7	7	7	7	6	6
9	8	8	7	7	8	7	7	6	6
10	8	7	7	8	8	8	7	6	7

Hari	Jumlah daun (Merah 300 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	4	6	6	5	7	5	6	4	5
1	4	6	6	5	7	5	6	4	5
2	4	6	6	5	7	5	6	4	5
3	5	5	6	6	8	6	6	5	6
4	5	5	7	6	8	6	7	5	6
5	5	6	7	6	7	6	7	5	6
6	5	6	8	6	7	6	7	6	6
7	4	6	8	5	7	7	8	6	7
8	5	7	8	5	8	7	8	6	7
9	5	7	7	7	8	7	8	7	8
10	8	8	7	7	8	8	8	7	8

Hari	Jumlah daun (merah 400 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	7	8	5	5	5	3	4	7	6
1	7	8	5	5	5	4	4	7	6
2	7	9	5	6	6	4	4	8	7
3	8	9	6	6	6	5	5	8	7
4	8	10	6	6	6	5	5	8	7
5	9	10	6	7	7	5	5	10	8
6	9	10	8	7	7	6	6	10	8
7	9	9	8	8	8	6	6	9	8
8	9	9	8	8	8	6	8	9	7
9	11	9	9	8	8	7	9	10	7
10	10	10	9	10	9	8	9	9	8

Hari	Jumlah daun (merah 500 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	6	6	7	6	6	5	6	7	6
1	6	7	7	6	6	6	6	8	7
2	7	8	8	7	7	6	6	8	7
3	8	8	8	7	7	7	8	8	8
4	8	9	9	9	7	7	9	10	8
5	10	10	9	9	8	8	10	10	9
6	9	9	8	8	10	7	8	9	9
7	8	8	8	8	8	8	9	10	9
8	8	8	7	9	8	8	9	11	10
9	9	9	8	11	9	8	9	11	9
10	10	11	9	11	10	10	10	11	10

Hari	Jumlah daun (biru 100 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	4	6	6	6	5	6	6	6	6
1	4	6	5	6	5	6	6	6	6
2	4	6	6	6	5	6	6	6	6
3	6	7	8	7	6	6	6	6	6
4	7	7	8	7	6	6	6	6	7
5	7	7	8	8	6	7	7	7	7
6	8	8	8	8	6	7	7	7	7
7	7	8	8	8	6	8	6	8	7
8	8	8	7	7	7	8	5	8	6
9	8	9	7	7	7	8	6	7	6
10	8	9	7	7	7	7	7	7	7

Hari	Jumlah daun (biru 200 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	5	6	6	6	6	5	6	5	6
1	5	6	6	6	6	5	6	5	6
2	5	6	6	6	7	5	6	6	8
3	6	6	8	7	7	6	6	6	8
4	6	8	8	8	8	6	8	8	8
5	8	8	9	10	8	8	8	8	9
6	8	8	10	9	7	8	8	10	9
7	11	9	8	9	8	8	9	9	8
8	12	9	8	10	10	11	9	9	8
9	12	12	9	11	11	12	10	9	9
10	13	12	11	11	11	12	11	10	10

Hari	Jumlah daun (biru 300 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	6	7	6	5	6	6	5	6	8
1	6	7	6	5	6	6	5	7	8
2	6	8	6	6	8	8	6	8	8
3	7	8	6	7	8	8	6	8	8
4	8	8	7	7	8	8	8	8	9
5	10	10	10	8	7	7	10	7	10
6	10	10	10	8	11	7	10	9	10
7	11	10	11	10	10	9	9	9	11
8	12	11	12	11	11	9	11	10	11
9	12	11	11	11	14	10	12	12	13
10	13	12	11	13	15	12	13	11	12

Hari	Jumlah daun (biru 400 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	6	7	7	6	6	7	7	6	6
1	6	7	8	8	7	8	8	7	8
2	8	8	8	9	8	10	9	8	9
3	8	8	10	9	9	11	10	10	10
4	10	8	11	10	11	12	11	12	12
5	12	10	12	11	12	12	12	15	12
6	13	9	13	11	12	11	13	16	11
7	13	11	15	11	15	14	13	18	11
8	14	10	16	11	15	14	13	17	15
9	15	10	16	13	18	15	14	16	17
10	17	12	17	14	17	16	15	16	16

Hari	Jumlah daun (biru 500 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	6	6	6	6	7	7	6	6	6
1	7	8	8	8	8	8	8	7	7
2	7	8	9	10	10	10	9	9	8
3	8	10	10	12	12	11	10	10	10
4	10	12	12	13	15	13	12	12	10
5	11	12	14	15	19	12	16	12	12
6	13	13	16	16	18	11	17	14	11
7	13	15	17	18	19	12	18	16	11
8	17	17	17	18	22	14	20	17	12
9	17	17	19	21	22	15	21	18	14
10	19	19	20	21	21	16	20	21	18

Hari	Jumlah daun (biru 500 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	6	6	6	6	7	7	6	6	6
1	7	8	8	8	8	8	8	7	7
2	7	8	9	10	10	10	9	9	8
3	8	10	10	12	12	11	10	10	10
4	10	12	12	13	15	13	12	12	10
5	11	12	14	15	19	12	16	12	12
6	13	13	16	16	18	11	17	14	11
7	13	15	17	18	19	12	18	16	11
8	17	17	17	18	22	14	20	17	12
9	17	17	19	21	22	15	21	18	14
10	19	19	20	21	21	16	20	21	18

LAMPIRAN 3 Perhitungan Jumlah Cabang Tanaman

Hari	Jumlah cabang (kontrol)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9	0	0	0	1	1	0	0	0	0
10	0	1	1	1	1	2	1	1	0

Hari	Jumlah cabang (merah 100 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	1	2	1	1	1	1	1	1	0

Hari	Jumlah cabang (merah 200 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	1	1	1	1	2	2	1

Hari	Jumlah cabang (merah 300 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0	0	0	0	0
10	2	1	2	1	1	2	1	1	1

Hari	Jumlah cabang (merah 400 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	2	0	0	0	0	0	2	0	0
10	2	2	1	2	1	2	2	1	1

Hari	Jumlah cabang (merah 500 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	1	0	0	0	0	0	1
9	0	0	1	1	1	1	0	1	1
10	1	2	2	3	2	1	2	2	2

Hari	Jumlah cabang (biru 100 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	0	0	2	0	1	0
9	1	1	0	0	0	2	0	1	0
10	1	2	2	2	1	2	1	1	2

Hari	Jumlah cabang (biru 200 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	2	0	0	0	0	2	2	0	0
9	2	2	2	2	0	2	2	0	0
10	1	2	3	3	1	2	2	2	2

Hari	Jumlah cabang (biru 300 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2	1	2	2	0	0	0	2	0
6	2	1	2	2	0	1	0	2	0
7	2	1	2	2	2	1	2	2	1
8	2	1	2	2	2	1	2	2	2
9	2	1	2	2	2	3	2	3	2
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Hari	Jumlah cabang (biru 400 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1	1	0	0
5	2	0	0	0	0	1	1	0	2
6	2	0	2	2	0	1	1	2	2
7	2	1	2	2	0	2	2	2	3
8	4	1	3	3	0	2	2	2	3
9	4	2	3	3	2	2	2	2	3
10	4	3	4	4	3	3	3	3	3

Hari	Jumlah cabang (biru 500 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	1	1	0	1	0	0
4	1	1	1	1	2	0	1	1	0
5	1	1	2	2	4	0	2	1	0
6	1	1	2	2	4	0	3	1	2
7	1	2	2	3	6	0	4	2	2
8	2	2	2	3	6	1	4	4	2
9	3	2	3	4	6	2	5	4	4
10	5	5	5	5	6	4	5	4	4

LAMPIRAN 4
Perhitungan Jumlah Buah Tanaman

Hari	Jumlah buah (kontrol)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Hari	Jumlah buah (merah 100 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10	0	0	1	1	0	1	0	0	0

Hari	Jumlah buah (merah 200 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	1	0	0	0
9	0	0	0	1	1	1	0	0	0
10	0	0	1	1	1	1	1	1	0

Hari	Jumlah buah (merah 300 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	1	0	1	1	0	0	0
8	0	0	1	1	1	1	1	1	0
9	1	0	1	1	2	1	1	1	0
10	1	0	1	1	2	1	1	1	0

Hari	Jumlah buah (merah 400 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	1	1	0	0	0
8	0	2	0	1	1	2	1	0	0
9	0	2	1	1	3	2	1	1	0
10	0	2	1	1	3	2	1	1	1

Hari	Jumlah buah (biru 300 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Hari	Jumlah buah (biru 400 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Hari	Jumlah buah (biru 500 lx)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	0	0	0	0	0	0	0

LAMPIRAN 5
Hasil Uji ANOVA (Tinggi Tanaman)

Tinggi tanaman perlakuan LED merah
Tests of Normality

Intensitas LED merah		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Tinggi tanaman	Kontrol	.875	9	.138
	100 lux	.956	9	.754
	200 lux	.927	9	.453
	300 lux	.948	9	.667
	400 lux	.917	9	.370
	500 lux	.901	9	.259

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Tinggi i	Based on Mean	1.611	5	48	.175
	Based on Median	1.512	5	48	.204
	Based on Median and with adjusted df	1.512	5	44.90 5	.205
	Based on trimmed mean	1.615	5	48	.174

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2881.226	5	576.245	69.290	.000
Within Groups	399.187	48	8.316		
Total	3280.413	53			

Tukey HSD^a

intensitas	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
kontrol	9	31.1667			
100 lux	9		36.8333		
200 lux	9		39.3333	39.3333	
300 lux	9			42.2222	
400 lux	9				50.1111
500 lux	9				52.1556
Sig.		1.000	.451	.292	.663

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

Tinggi tanaman perlakuan LED biru

Tests of Normality

Intensitas LED biru		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Tinggi	kontrol	.875	9	.138
	100 lux	.934	9	.523
	200 lux	.903	9	.272
	300 lux	.883	9	.168
	400 lux	.963	9	.833
	500 lux	.911	9	.324

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Tinggi	Based on Mean	1.356	5	48	.257
	Based on Median	.962	5	48	.451
	Based on Median and with adjusted df	.962	5	44.46 5	.451
	Based on trimmed mean	1.318	5	48	.272

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	18.745	5	3.749	.775	.572
Within Groups	232.167	48	4.837		
Total	250.912	53			

LAMPIRAN 6
Hasil Uji ANOVA (Jumlah Daun Tanaman)

Jumlah daun perlakuan LED merah

Tests of Normality

		Perlakuan LED Merah	Shapiro-Wilk		
			Statistic	df	Sig.
Jumlah Daun	Kontrol		.913	9	.338
	100 lux		.889	9	.195
	200 lux		.917	9	.364
	300 lux		.936	9	.545
	400 lux		.964	9	.840
	500 lux		.901	9	.255

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Daun	Based on Mean	1.582	5	48	.183
	Based on Median	1.130	5	48	.358
	Based on Median and with adjusted df	1.130	5	44.13 4	.359
	Based on trimmed mean	1.551	5	48	.192

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	136.370	5	27.274	14.404	.000
Within Groups	90.889	48	1.894		
Total	227.259	53			

Tukey HSD

Intensitas	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Kontrol	9	5.4444			
100 lux	9	6.4444	6.4444		
200 lux	9	7.3333	7.3333	7.3333	
300 lux	9		7.6667	7.6667	
400 lux	9			9.1111	9.1111
500 lux	9				10.2222
Sig.		.057	.424	.086	.530

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

Jumlah daun perlakuan LED Biru

Tests of Normality

		Perlakuan LED Biru	Shapiro-Wilk		
			Statistic	Df	Sig.
Daun	Kontrol		.913	9	.338
	100 lux		.934	9	.523
	200 lux		.923	9	.421
	300 lux		.854	9	.082
	400 lux		.914	9	.341
	500 lux		.890	9	.199

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Tingg i	Based on Mean	1.865	5	48	.118
	Based on Median	1.076	5	48	.386
	Based on Median and with adjusted df	1.076	5	42.29 5	.388
	Based on trimmed mean	1.779	5	48	.135

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1202.093	5	240.419	95.813	.000
Within Groups	120.444	48	2.509		
Total	1322.537	53			

Tukey HSD^a

Intensitas	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Kontrol	9	5.4444			
100 lux	9	7.3333			
200 lux	9		11.2222		
300 lux	9		12.4444		
400 lux	9			15.5556	
500 lux	9				19.4444
Sig.		.136	.579	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

LAMPIRAN 7
Hasil Uji ANOVA (Jumlah Cabang Tanaman)

Jumlah cabang perlakuan LED merah

Tests of Normality

Intensitas		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Tinggi	Kontrol	.781	9	.012
	100 lux	.838	9	.055
	200 lux	.838	9	.055
	300 lux	.917	9	.364
	400 lux	.913	9	.338
	500 lux	.846	9	.068

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Cabang	Based on Mean	.713	5	48	.617
	Based on Median	.517	5	48	.762
	Based on Median and with adjusted df	.517	5	44.02 0	.762
	Based on trimmed mean	.676	5	48	.644

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.056	5	1.411	2.005	.095
Within Groups	33.778	48	.704		
Total	40.833	53			

Jumlah cabang perlakuan LED biru

Tests of Normality

	Perlakuan LED Biru	Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.
Cabang	Kontrol	.781	9	.012
	100 lux	.913	9	.338
	200 lux	.846	9	.068
	300 lux	.781	9	.012
	400 lux	.903	9	.273
	500 lux	.940	9	.586

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
cabang	Based on Mean	1.238	5	48	.306
	Based on Median	.952	5	48	.457
	Based on Median and with adjusted df	.952	5	43.62 5	.458
	Based on trimmed mean	1.179	5	48	.333

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	87.426	5	17.485	22.087	.000
Within Groups	38.000	48	.792		
Total	125.426	53			

Jumlah cabang

Tukey HSD^a

Intensitas	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Kontrol	9	.8889			
100 lux	9	1.5556			
200 lux	9	1.8889	1.8889		
300 lux	9		2.8889	2.8889	
400 lux	9			3.2222	
500 lux	9				4.7778
Sig.		.182	.182	.967	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

LAMPIRAN 8
Hasil Uji ANOVA (Jumlah BuahTanaman)

Jumlah buah perlakuan LED merah

Tests of Normality

intensitas		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Buah	kontrol	.	9	.
	100 lux	.564	9	.000
	200 lux	.617	9	.000
	300 lux	.780	9	.012
	400 lux	.790	9	.016
	500 lux	.826	9	.041

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Buah	Based on Mean	11.937	5	48	.000
	Based on Median	3.284	5	48	.012
	Based on Median and with adjusted df	3.284	5	33.387	.016
	Based on trimmed mean	11.255	5	48	.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15.648	5	3.130	3.189	.014
Within Groups	47.111	48	.981		
Total	62.759	53			

Tukey HSD

intensitas	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
kontrol	9	.0000	
100 lux	9	.3333	.3333
200 lux	9	.6667	.6667
300 lux	9	.8889	.8889
400 lux	9	1.3333	1.3333
500 lux	9		1.5556
Sig.		.066	.113

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

Jumlah buah perlakuan LED biru

Tests of Normality

intensitas		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Buah	kontrol	.	9	.
	100 lux	.	9	.
	200 lux	.	9	.
	300 lux	.	9	.
	400 lux	.	9	.
	500 lux	.390	9	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
buah	Based on Mean	5.224	5	48	.001
	Based on Median	1.000	5	48	.428
	Based on Median and with adjusted df	1.000	5	8.000	.475
	Based on trimmed mean	2.914	5	48	.022

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.370	5	.074	1.000	.428
Within Groups	3.556	48	.074		
Total	3.926	53			

LAMPIRAN 9
Uji Paired Sample T-Test Tinggi Tanaman

Perbandingan tinggi merah-biru

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 M- B (100)	5.166 67	.61237	.2041 2	4.69596	5.637 38	25.3 11	8	.000
Pair 2 M- B (200)	7.166 67	3.79967	1.266 56	4.24598	10.08 735	5.65 8	8	.000
Pair 3 M- B (300)	10.77 778	3.14356	1.047 85	8.36143	13.19 413	10.2 86	8	.000
Pair 4 M- B (400)	18.72 222	2.81859	.9395 3	16.5556 6	20.88 878	19.9 27	8	.000
Pair 5 M- B (500)	21.93 333	4.15662	1.385 54	18.7382 7	25.12 840	15.8 30	8	.000

LAMPIRAN 10
Uji Paired Sample T-Test Jumlah Daun Tanaman

Perbandingan jumlah daun merah-biru

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	d f	Sig. (2- taile d)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 M- B (100)	-.88889	.78174	.260 58	-1.48978	-.28799	-3.411	8	.009
Pair 2 M- B (200)	-3.88889	1.26930	.423 10	-4.86456	-2.91322	-9.191	8	.000
Pair 3 M- B (300)	-4.77778	1.30171	.433 90	-5.77836	-3.77720	- 11.01 1	8	.000
Pair 4 M- B (400)	-6.44444	3.20590	1.06 863	-8.90872	-3.98017	-6.031	8	.000
Pair 5 M- B (500)	-9.22222	2.77389	.924 63	- 11.3544 2	-7.09002	-9.974	8	.000

LAMPIRAN 11
Uji Paired Sample T-Test Jumlah Cabang Tanaman

Perbandingan jumlah cabang merah-biru

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 M-B (100)	-.66667	1.00000	.33333	-1.43533	.10200	-2.000	8	.081
Pair 2 M-B (200)	-.77778	1.39443	.4681	-1.84963	.29408	-1.673	8	.133
Pair 3 M-B (300)	-1.55556	1.13039	.37680	-2.42445	.68666	-4.128	8	.003
Pair 4 M-B (400)	-1.66667	1.65831	.55277	-2.94136	.39197	-3.015	8	.017
Pair 5 M-B (500)	-2.88889	1.05409	.35136	-3.69914	2.07864	-8.222	8	.000

LAMPIRAN 12
Uji Paired Sample T-Test Jumlah Buah Tanaman

Perbandingan jumlah buah merah-biru

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 M-B (100)	.33333	.70711	.23570	-.21020	.87686	1.414	8	.195
Pair 2 M-B (200)	.66667	1.00000	.33333	-.10200	1.43533	2.000	8	.081
Pair 3 M-B (300)	.88889	.92796	.30932	.17560	1.60218	2.874	8	.021
Pair 4 M-B (400)	1.33333	1.32288	.44096	.31648	2.35019	3.024	8	.016
Pair 5 M-B (500)	1.33333	1.41421	.47140	.24627	2.42039	2.828	8	.022

LAMPIRAN 13 Gambar Penelitian

a)



b)



c)



Keterangan:

- a) Biji cabe
- b) PH meter
- c) Lux meter

a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



j)



k)



l)



m)



Keterangan:

- a) Bibit cabe
- b) Persiapan media penyemaian (Tissue)
- c) Persiapan media pertumbuhan (Plastik kecil)
- d) Persiapan penanaman tanaman (Cabai usia 10 hari)
- e) Persiapan penanaman tanaman (Cabai usia 3 minggu)
- f) Persiapan penanaman tanaman (Cabai usia 4 minggu)
- g) Persiapan media penanaman (Polybag)
- h) Penyinaran LED biru
- i) Penyinaran LED merah
- j) Hasil perlakuan merah
- k) Hasil perlakuan biru
- l) Penampakan bunga tanaman (perlakuan merah)
- m) Penampakan buah tanaman (perlakuan merah)



**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN FISIKA**

Gedung B.J. Habibie Lt. 2 Fak. Sainstek Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Choirur Roziqin
NIM : 16640064
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Pengaruh Intensitas Cahaya LED Merah dan Biru Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens L.*) Pada Sistem Indoor
Pembimbing I : Dr. H. M. Tirono, M.Si
Pembimbing II : Drs. Abdul Basid, M.Si

No.	Hari/Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	6 April 2020	Konsultasi Bab I, II dan III	
2	16 April 2020	Konsultasi Bab I, II dan III	
3	19 April 2020	Konsultasi Bab I, II dan III	
4	23 April 2020	Konsultasi Bab I, II dan III	
5	2 Mei 2020	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
6	2 September 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
7	9 November 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
8	6 Mei 2021	Konsultasi Bab IV	
9	10 Mei 2021	Konsultasi Bab IV dan ACC	
10	1 Juli 2021	Konsultasi Kajian Keagamaan	
11	23 Juli 2021	Konsultasi Kajian Keagamaan	
12	2 Desember 2021	Konsultasi Kajian Keagamaan dan ACC	
13	2 Desember 2021	Konsultasi Semua Bab	
14	20 Desember 2021	Konsultasi Semua Bab dan ACC	



**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN FISIKA**

Gedung B.J. Habibie Lt. 2 Fak. Sains&tek. Jl. Gajayasa No. 58 Malang 65144 Telp. (0341) 558933

Malang, 21 Desember 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. In'am Tazi, M.Si

NIP. 19740730 200312 1 002