

**PENGARUH PAPARAN LED TERHADAP KANDUNGAN VITAMIN C
DAN KETAHANAN TERHADAP PATOGEN *Xanthomonas fragariae* PADA
TANAMAN STROBERI (*Fragaria X Ananassa*)**

SKRIPSI

Oleh:

DEWI PUTRI SILVIA WAHYUNI
NIM. 210604110031



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

HALAMAN JUDUL

**PENGARUH PAPARAN LED TERHADAP KANDUNGAN VITAMIN C
DAN KETAHANAN TERHADAP PATOGEN *Xanthomonas fragariae* PADA
TANAMAN STROBERI (*Fragaria X Ananassa*)**

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:

**DEWI PUTRI SILVIA WAHYUNI
NIM. 210604110031**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PAPARAN LED TERHADAP KANDUNGAN VITAMIN C DAN
KETAHANAN TERHADAP PATOGEN *Xanthomonas fragariae* PADA
TANAMAN STROBERI (*Fragaria X Ananassa*)

SKRIPSI

Oleh:

DEWI PUTRI SILVIA WAHYUNI
NIM. 210604110031

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 25 September 2025

Pembimbing I



Prof. Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si
NIP. 19641211 199111 1 001

Pembimbing II



Rusli, M.Si
NIP. 19880715 202012 1 003

Mengetahui
Ketua Program Studi



Farid Samsu Hananto, S.Si., M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PAPARAN LED TERHADAP KANDUNGAN VITAMIN C DAN KETAHANAN TERHADAP PATOGEN *Xanthomonas fragariae* PADA TANAMAN STROBERI (*Fragaria X Ananassa*)

SKRIPSI

Oleh:
DEWI PUTRI SILVIA WAHYUNI
NIM. 210604110031

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 10 Oktober 2025

Penguji Utama :	<u>Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Ketua Penguji :	<u>Farid Samsu Hananto, S.Si., M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Sekretaris Penguji :	<u>Prof. Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji :	<u>Rusli, M.Si</u> NIP. 19880715 202012 1 003	



Mengesahkan,
Ketua Program Studi


Farid Samsu Hananto, S.Si., M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : DEWI PUTRI SILVIA WAHYUNI

NIM : 210604110031

Jurusan : FISIKA

Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI

Judul Penelitian : Pengaruh Paparan LED Terhadap Kandungan Vitamin C dan Ketahanan Terhadap Patogen *Xanthomonas fragariae* Pada Tanaman Stroberi (*fragaria x ananassa*).

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 serta disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 10 Oktober 2025

Yang Membuat Pernyataan




Dewi Putri Silvia Wahyuni
NIM. 210604110031

MOTTO

“ hari ini adalah kesempatan untuk menjadi lebih baik dari kemarin “

“ Jangan takut pada kesulitan, tetap percaya pada impian “ (Q.S Ar-Ruum :60)

“ aku membahayakan nyawa mamaku untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya “

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Cinta pertamaku, ayahanda tercinta, Andik Eko Wahyudi. Seseorang yang darahnya mengalir dalam tubuh penulis, yang telah sabar dan bekerja keras demi membesarkan putrinya. Terimakasih ayah, atas segala usaha, pengorbanan, cinta dan doa yang terus mengalir selama ini.
2. Pintu surgaku, ibunda tercinta, Lilik Zulva Silvianis. Terimakasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada beliau atas segala bantuan, semangat dan doa yang diberikan selama ini. Terimakasih atas nasihat hangat yang terus disampaikan dengan penuh kasih sayang, yang menjadikan penulis dapat menuntaskan tanggung jawabnya. Mama adalah penguat dan pengingat paling hebat.
3. Adikku tercinta, Dewa Putra Andika Zuliansyah. Terimakasih atas semangat, canda dan cinta yang selalu diberikan kepada penulis. Tumbuhlah menjadi versi terhebat adikku.
4. Seluruh dosen fisika yang dengan sabar memberikan arahan dan bimbingan.
5. Sahabat dan teman seperjuangan yang senantiasa mendukung dalam proses penulisan skripsi ini.
6. Terakhir, persembahan ini penulis tujukan untuk diri sendiri. Terimakasih telah bertahan dan terus berjuang, melalui berbagai keraguan dan keinginan untuk menyerah. Terimakasih masih diberi kesempatan untuk terus belajar, memperbaiki diri, and grow into the best version possible. Proses panjang ini bukan tentang cepat, tapi tentang tepat dan layak. Semangat meraih mimpi-mimpi besar di masa depan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala*, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Paparan LED Terhadap Kandungan Vitamin C dan Ketahanan Terhadap Patogen *Xanthomonas fragariae* Pada Tanaman Stroberi (*fragaria x ananassa*)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tidak mungkin dapat menyelesaikannya tanpa bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Bapak Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes., Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan selaku dosen penguji 1, yang berkenan memberikan ilmu, kritik, serta memberikan masukan yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Farid Samsu Hananto, S.Si., M.T., Selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan selaku dosen penguji 2 dan sekaligus dosen wali yang telah berkenan membimbing dan mengarahkan penulis sejak semester satu dengan penuh kesabaran dan selalu memberikan saran dan masukan yang terbaik.
4. Bapak Prof. Dr. Drs. H. Mokhammad Tirono, M.Si., selaku dosen pembimbing yang memotivasi penulis, memberikan arahan dan meluangkan banyak waktu untuk membimbing dengan baik selama proses penyusunan skripsi.

5. Bapak Rusli, M.Si., selaku dosen integrasi yang telah membimbing penulis dan memberikan banyak motivasi dan ilmu tidak perih materi integrasi saja.
6. Ibu Nurun Nayiroh, M.Si., selaku kepala laboran yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis dan membantu penulis dalam keperluan alat laboratorium selama penelitian.
7. Keluarga penulis, Bapak Andik Eko Wahyudi, Ibu Lilik Zulva Silvianis dan adik Dewa Putra Andika Zuliansyah. Terima kasih atas cinta, doa, dan dukungan yang tiada henti selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas segala canda yang memberikan kehangatan dalam keluarga kecil ini, tanpa kalian pencapaian ini tidak akan ada. dan Terima kasih atas segala pengorbanan, motivasi, dan kasih sayang yang selalu menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah penulis. Semoga skripsi ini dapat menjadi kebanggaan kecil untuk seluruh pengorbanan yang sangat besar.
8. Roihan Farras Setyadi, yang selalu setia menemani dan menjadi support system terbaik penulis selama proses pengerjaan skripsi. Terima kasih telah bersedia menemani penulis, berkontribusi banyak dalam proses ini, memberikan dukungan, semangat, waktu, doa, dan senantiasa sabar menghadapi penulis. Terima kasih telah menjadi bagian perjalanan penulis hingga penyusunan skripsi ini selesai.
9. Sahabat penulis, Mitra Dwi Murti, Nursilmi, Zara Azaria Suyuti, Amatullah Al Auliaa, Dina Okta Viani, Amalia Fitriani, wahyuni Khurin Ramadani dan Nyimas Salsabila Fitri yang senantiasa menjadi tempat berkeluh kesah. Terimakasih telah menjadi tempat bertukar cerita sehingga meringankan setiap beban penulis.
10. Teman bangku sekolah penulis, Dayu Nirma, Nita Kristin Anugraheni dan Lintang Aulia Maharani yang senantiasa ada dalam perjalanan penulis, Terimakasih atas canda, tawa dan dukungan yang diberikan agar selalu semangat dalam melewati fase ini. Semoga persahabatan ini selalu terjaga sampai kapanpun.

11. Kakak sepupu penulis, Widya Ramadhina yang selalu menjadi tempat berbagi cerita, berbagi canda dan selalu menjadi sasaran penulis ketika suntuk dengan berbagai revisi. Terima kasih atas banyak-nya jalan yang dilewati untuk menenangkan pikiran dengan tawa kehangatan.
12. Saudara dan teman dari desa tercinta “wates” yang telah membantu dalam menyiapkan keperluan penelitian seperti greenhouse dan bahan-bahan lainnya, serta dukungan, dan semangat yang tiada habisnya. Terimakasih sudah meluangkan waktu dan tenaga-nya untuk membantu kelancaran penelitian penulis.
13. Seluruh teman-teman Fisika angkatan 2021 dan khususnya warga BioFisika yang telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.
14. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah berkontribusi dalam perjalanan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis menerima saran, kritik, dan masukan yang bersifat membangun untuk meningkatkan kualitas dan pengembangan dari penelitian ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat nyata bagi pembaca, peneliti selanjutnya, maupun pihak-pihak terkait. Dan semoga penelitian ini berkontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan dapat bermanfaat untuk di masa yang akan datang.

Malang, 10 Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
مستخلص البحث	xx

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Penelitian	5
1.5 Manfaat	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Light Emitting Diode (LED)	7
2.1.1 Led Merah, Biru dan Hijau	8
2.2 Patogen <i>Xanthomonas Fragariae</i>	10
2.2.1 Karakteristik Patogen <i>Xanthomonas Fragariae</i>	10
2.2.2 Gejala dan Penyakit yang Ditimbulkan	11
2.3 Tanaman Stroberi	12
2.4 Antioksidan	18
2.5 Klorofil	19
2.5.1 Pengaruh Cahaya terhadap Klorofil	22

BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Jenis Penelitian	24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.3 Alat dan Bahan	24
3.3.1 Alat	24
3.3.2 Bahan	26
3.4 Diagram Alir	27
3.5 Prosedur Penelitian	28
3.5.1 Tahap Persiapan Sampel	28
3.5.2 Pembuatan Media Penerangan	28
3.5.3 Peremajaan Isolat Bakteri <i>Xanthomonas</i>	29
3.5.4 Tahap Pemberian Patogen pada Tanaman Stroberi	29
3.5.5 Tahap Penyinaran LED Merah, Biru dan Hijau	30

3.5.6 Tahap Pengujian Kandungan Klorofil	30
3.5.7 Tahap Pengujian Kandungan Vitamin C	31
3.5.8 Tahap Pengujian Kandungan Flavonoid	32
3.6 Teknik Pengambilan Data	33
3.7 Analisis Data.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Data Hasil Penelitian	39
4.1.1 Pengaruh Paparan LED Terhadap Tinggi Tanaman Stroberi	39
4.1.2 Pengaruh Paparan LED Terhadap Jumlah Daun Tanaman Stroberi	43
4.1.3 Pengaruh Paparan LED Terhadap Kandungan Klorofil Tanaman Stroberi	48
4.1.4 Pengaruh Paparan LED Terhadap Kandungan Vitamin C Buah Stroberi	57
4.1.5 Pengaruh Paparan LED Terhadap Kandungan Flavonoid Buah Stroberi	63
4.2 Pembahasan	68
4.3 Integrasi Al-Qur'an	74
BAB V PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN.....	8

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Spektrum Elektromagnetik.....	9
Gambar 2.2 Akar Tanaman Stroberi.....	14
Gambar 2.3 Batang Tanaman Stroberi	15
Gambar 2.4 Daun Tanaman Stroberi.....	16
Gambar 2.5 Bunga Tanaman Stroberi.....	16
Gambar 2.6 Berbagai Bentuk Stroberi	17
Gambar 2.7 Tanaman Stroberi	18
Gambar 2.8 Klorofil Tereksitasi.....	22
Gambar 3.1 Diagram Penelitian	27
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap Tinggi Tanaman	41
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap Jumlah Daun	45
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap kandungan klorofil a.....	51
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap kandungan klorofil b	55
Gambar 4.5 Hasil regresi dari nilai konsentrasi dan absorbansi Vitamin C	58
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap Kandungan Vitamin C	60
Gambar 4.7 Hasil regresi dari nilai konsentrasi dan absorbansi Flavonoid	63
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap Kandungan Flavonoid	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Bahan Semikonduktor untuk Menghasilkan Cahaya LED	8
Tabel 2.2 Komposisi Antioksidan Buah Stroberi	19
Tabel 3.1 Pengujian Tinggi Tanaman	33
Tabel 3.2 Pengujian Jumlah Daun.....	34
Tabel 3.3 Pengujian Kandungan Klorofil.....	35
Tabel 3.4 pengujian kandungan Vitamin C	36
Tabel 3.5 Pengujian Kandungan Flavonoid	37
Tabel 4.1 Data Hasil Tinggi Tanaman Stroberi	40
Tabel 4.2 Data Hasil Uji Faktorial Tinggi Tanaman Stroberi	42
Tabel 4.3 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap Tinggi Tanaman.....	42
Tabel 4.4 Data hasil Uji Duncan Pengaruh Lama Paparan LED terhadap Tinggi Tanaman	43
Tabel 4.5 Data Hasil Jumlah Daun Tanaman Stroberi	44
Tabel 4.6 Hasil Uji Faktorial Pengaruh Paparan LED terhadap Jumlah Daun	46
Tabel 4.7 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap Jumlah Daun....	47
Tabel 4.8 Data hasil Uji Duncan Pengaruh lama Paparan LED terhadap Jumlah Daun.....	47
Tabel 4.9 Data Hasil Nilai Absorbansi Kandungan Klorofil Tanaman Stroberi	49
Tabel 4.10 Data Hasil Perhitungan Kandungan Klorofil a	50
Tabel 4.11 Hasil Uji Faktorial Pengaruh Paparan LED terhadap kandungan klorofil a	52
Tabel 4.12 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap kandungan klorofil a Daun Stroberi.	52
Tabel 4.13 Data hasil Uji Duncan Pengaruh Lama Paparan LED terhadap kandungan klorofil a Daun Stroberi	53
Tabel 4.14 Data Hasil Perhitungan Kandungan Klorofil b	54
Tabel 4.15 Hasil Uji Faktorial Pengaruh Paparan LED terhadap kandungan klorofil b	56
Tabel 4.16 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap kandungan klorofil b Daun Stroberi.....	56
Tabel 4.17 Data hasil Uji Duncan Pengaruh Lama Paparan LED terhadap kandungan klorofil b Daun Stroberi.	57
Tabel 4.18 Nilai Konsentrasi dan Absorbansi Vitamin C.....	58

Tabel 4.19 Data Hasil Kandungan Vitamin C	59
Tabel 4.20 Hasil Uji Faktorial Pengaruh Paparan LED terhadap Kandungan Vitamin C	61
Tabel 4.21 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap Kandungan Vitamin C Buah Stroberi	62
Tabel 4.22 Data hasil Uji Duncan Pengaruh Lama Paparan LED terhadap kandungan Vitamin C Buah Stroberi.	62
Tabel 4.23 Nilai Konsentrasi dan Absorbansi Flavonoid	63
Tabel 4.24 Data Hasil Kandungan Flavonoid	65
Tabel 4.25 Hasil Anova Pengaruh Paparan LED terhadap Kandungan Flavonoid.....	67
Tabel 4.26 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap Kandungan Flavonoid Buah Stroberi.	67
Tabel 4.27 Data hasil Uji Duncan Pengaruh Lama Paparan LED terhadap kandungan Flavonoid Buah Stroberi.	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	87
Lampiran 2	96
Lampiran 3	97
Lampiran 4	100
Lampiran 5	104

ABSTRAK

Wahyuni, Dewi Putri Silvia. 2025. **Pengaruh Paparan LED Terhadap Kandungan Vitamin C dan Ketahanan Terhadap Patogen *Xanthomonas fragariae* pada Tanaman Stroberi (*fragaria x ananassa*).** Skripsi. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Prof. Dr. Drs. Mokhammad Tirono, M. Si (II) Rusli M. Si

Kata Kunci: LED, *Fragaria x ananassa*, *Xanthomonas fragariae*, vitamin c, klorofil, flavonoid.

Pertumbuhan tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) sangat dipengaruhi oleh cahaya, terutama dalam konteks pemanfaatan teknologi pencahayaan seperti LED. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh paparan cahaya LED terhadap kandungan vitamin C dan ketahanan tanaman terhadap patogen *Xanthomonas fragariae*. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan variasi warna LED (merah, biru, dan hijau) serta durasi paparan (5, 10, 20, dan 30 menit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman stroberi yang dipapari LED merah memperoleh hasil rata-rata tertinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol yang tidak mendapat perlakuan. Paparan selama 30 menit membuat tinggi tanaman naik sebesar 62% dari 7,43 cm menjadi 12,86 cm, jumlah daun meningkat sebesar 150% dari 6 helai menjadi 15 helai pada paparan 30 menit, kandungan klorofil a meningkat sebesar 150% dari 5,413 mg/l menjadi 13,576 mg/l pada paparan 5 menit, kandungan klorofil b meningkat sebesar 389% dari 2,14 mg/l menjadi 10,483 mg/l pada paparan 20 menit, kandungan vitamin C meningkat sebesar 304% dari 10,383 mg/ml menjadi 42,027 mg/ml pada paparan 30 menit, dan kandungan flavonoid juga menunjukkan peningkatan sebesar 311% dari 191,05 mg/ml menjadi 785,494 pada paparan 20 menit. Perlakuan warna lampu yang berbeda memberikan pengaruh terhadap tanaman karena warna cahaya yang digunakan berada pada rentang panjang gelombang yang dibutuhkan untuk aktivitas pertumbuhan tanaman, yaitu cahaya merah, cahaya biru, dan cahaya hijau.

ABSTRACT

Wahyuni, Dewi Putri Silvia. 2025. **The Effect of LED Exposure on Vitamin C Content and Resistance to the Pathogen *Xanthomonas fragariae* in Strawberry Plants (*fragaria x ananassa*)**. Thesis. Physics Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisors: (I) Prof. Dr. Drs. Mokhamad Tirono, M. Si (II) Rusli, M. Si.

Keywords: LED, *Fragaria x ananassa*, *Xanthomonas fragariae*, vitamin c, chlorophyll, flavonoids.

The growth of strawberry plants (*Fragaria x ananassa*) is significantly influenced by light, particularly in the context of utilizing lighting technologies such as LEDs. This study aims to explore the effect of LED light exposure on the vitamin C content and resistance of plants to the pathogen *Xanthomonas fragariae*. The method used was an experiment with variations in LED colors (red, blue, and green) and exposure durations (5, 10, 20, and 30 minutes). The results of the study showed that strawberry plants exposed to red LEDs obtained the highest average yield compared to control plants that did not receive treatment. Exposure for 30 minutes made the plant height increase by 62% from 7.43 cm to 12.86 cm, the number of leaves increased by 150% from 6 to 15 leaves at 30 minutes exposure, chlorophyll a content increased by 150% from 5.413 mg/l to 13.576 mg/l at 5 minutes exposure, chlorophyll b content increased by 389% from 2.14 mg/l to 10.483 mg/l at 20 minutes exposure, vitamin C content increased by 304% from 10.383 mg/ml to 42.027 mg/ml at 30 minutes exposure, and flavonoid content also showed an increase of 311% from 191.05 mg/ml to 785.494 at 20 minutes exposure. The treatment of different light colors has an effect on plants because the light colors used are in the wavelength range needed for plant growth activities, namely red light, blue light, and green light.

مستخلص البحث

(Fragaria x ananassa) ومقاومة نباتات الفراولة C على محتوى فيتامين LED واهيوني، ديوي بوتري سيلفيا. ٢٠٢٥. تأثير التعرض لضوء رسالة. برنامج دراسة الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة إسلام. Xanthomonas fragariae للباتوجين (ananassa). نيجيري مولانا مالك إبراهيم مالانغ. المشرف: (١) بروفييسور د. د.س. موخاماد تيرونو، م. س. (٢) روسلي م. س.

C، فيتامين LED، Fragaria x ananassa، Xanthomonas fragariae، الكلمات المفتاحية

الكلوروفيل، الفلافونويد

بشكل كبير بالضوء، وخاصة في سياق استخدام تكنولوجيا (Fragaria x ananassa) تتأثر نمو نباتات الفراولة ومقاومة النباتات C على محتوى فيتامين LED تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف تأثير التعرض لضوء LED الإضاءة مثل (أحمر، أزرق، وأخضر) ومدة LED تم استخدام أسلوب تجريبي مع تباين في ألوان. Xanthomonas fragariae للباتوجين التعرض (٥، ١٠، ٢٠، و ٣٠ دقيقة). أظهرت نتائج البحث أن نباتات الفراولة المعرضة للضوء الأحمر حصلت على أعلى متوسط مقارنة بالنباتات الضابطة التي لم تتلق أي معالجة. أدى التعرض لمدة ٣٠ دقيقة إلى زيادة ارتفاع النبات بنسبة ٦٢% من ٧.٤٣ سم إلى ١٢.٨٦ سم، وزيادة عدد الأوراق بنسبة ١٥٠% من ٦ أوراق إلى ١٥ ورقة عند التعرض لمدة ٣٠ دقيقة. كما زادت محتويات b بنسبة ١٥٠% من ٥.٤١٣ ملغ/ل إلى ١٣.٥٧٦ ملغ/ل عند التعرض لمدة ٥ دقائق، وارتفعت محتويات الكلوروفيل a الكلوروفيل % بنسبة ٣٠٤ C بنسبة ٣٨٩% من ٢.١٤ ملغ/ل إلى ١٠.٤٨٣ ملغ/ل عند التعرض لمدة ٢٠ دقيقة. كما زادت محتويات فيتامين % من ١٠.٣٨٣ ملغ/ل إلى ٤٢.٠٢٧ ملغ/ل عند التعرض لمدة ٣٠ دقيقة، وأظهرت محتويات الفلافونويد أيضًا زيادة بنسبة ٣١١ % من ١٩١.٠٥ ملغ/ل إلى ٧٨٥.٤٩٤ ملغ/ل عند التعرض لمدة ٢٠ دقيقة. تؤثر ألوان المصابيح المختلفة على النباتات نظرًا لأن الألوان المستخدمة تقع ضمن نطاق الطول الموجي المطلوب لنشاط نمو النباتات، وهو الضوء الأحمر، والضوء الأزرق، والضوء الأخضر.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Tanaman stroberi secara ilmiah disebut sebagai *Fragaria x ananassa*, merupakan salah satu tanaman yang dikenal karena rasanya manis dan segar. Selain digunakan sebagai makanan yang digemari banyak orang, stroberi juga memberikan nilai ekonomi yang baik. Dalam dunia pertanian, stroberi menjadi salah satu sumber penghasil pendapatan yang penting bagi para petani, terutama di wilayah tropis seperti Indonesia. Dari data yang dilampirkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), hasil panen stroberi di Indonesia terus meningkat seiring dengan naiknya permintaan pasar, baik untuk dikonsumsi di dalam negeri maupun untuk dikirim ke luar negeri (Badan Pusat Statistik, 2022).

Tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) tidak hanya memberikan manfaat bagi para petani, tetapi juga bagi kesehatan masyarakat. Buah stroberi mengandung berbagai nutrisi, salah satunya adalah vitamin C yang memiliki banyak manfaat bagi tubuh. Vitamin C berperan dalam memperkuat sistem imun, mempercepat proses penyembuhan luka, dan melindungi tubuh dari kerusakan akibat oksidasi (Carr & Maggini, 2017). Selain itu, stroberi juga mengandung senyawa bioaktif yang bermanfaat, seperti vitamin C, folat, dan senyawa fenolik dalam jumlah yang cukup tinggi (Giampieri et al. , 2012). Namun, vitamin C memiliki sifat yang rentan terhadap oksidasi, sehingga mudah terurai menjadi asam dehidroaskorbat, yang menyebabkan penurunan kadar vitamin C dalam buah stroberi (Budianto, 2014).

Dalam surah An-Nahl ayat 11, Allah berfirman :

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ

يَتَفَكَّرُونَ

Artinya: “Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untukmu tumbuh-tumbuhan, zaitun, kurma, anggur, dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir”.

Dalam tafsir Tahlili dijelaskan bahwa dengan hujan, Allah SWT menumbuhkan berbagai tanaman yang buahnya bisa memenuhi kebutuhan manusia sehari-hari. Manusia memperoleh pakan ternak dari berbagai jenis tanaman hijau. Dari pohon zaitun mereka mendapatkan minyak yang bermanfaat bagi kesehatan. Sementara itu, dari pohon kurma dan anggur, mereka memperoleh buah-buahan yang bergizi. Selain itu, Allah juga menyebutkan beragam jenis buah agar manusia menyadari betapa luas kekuasaan-Nya. Dengan air yang sama, Allah SWT mampu menumbuhkan berbagai tanaman serta menghasilkan buah dengan bentuk, warna, dan rasa yang berbeda-beda. Semua tumbuhan yang memenuhi kebutuhan hidup manusia merupakan karunia Allah sekaligus bukti keesaan-Nya. Pada akhir ayat dijelaskan bahwa segala nikmat yang diberikan, baik secara langsung maupun tidak, merupakan tanda bahwa hanya ada satu Tuhan, yaitu Allah SWT. Tanda-tanda ini dapat dipahami oleh orang yang mau merenung dan memperhatikan hukum-hukum alam serta kekuasaan Allah. Bukti tersebut cukup membuat orang yang beriman dan peduli semakin yakin pada keesaan Allah SWT. Sebagai contoh, perhatikan biji-bijian, baik yang tunggal maupun berkeping dua, yang jatuh di tanah basah oleh hujan. Seiring waktu, biji itu membengkak, mengeluarkan akar, lalu tumbuh batang dan daun. Kemudian tanaman itu membesar, berbunga, dan berbuah. Hal yang menakjubkan adalah biji yang bentuknya hampir sama bisa menghasilkan berbagai macam tanaman dengan buah yang berbeda-beda dalam rupa, warna, dan rasa. Siapa pun yang menyaksikan proses ini tentu akan menyadari bahwa pencipta

seluruh tumbuhan tersebut adalah Zat Yang Maha sempurna dan tidak ada sesuatu pun yang mampu menandingi-Nya.

Tantangan utama dalam menanam stroberi adalah ketidakmampuan tanaman untuk tahan terhadap serangan penyakit, khususnya oleh patogen *Xanthomonas fragariae*. Bakteri ini menyebabkan penyakit busuk daun yang bisa merugikan banyak petani (Jones, J. B. , & Jones, J. P. 2001). Karena itu, penting untuk mencari strategi baru agar tanaman lebih tahan terhadap penyakit. Biasanya, penggunaan pestisida kimia dianggap sebagai solusi, tetapi bisa merusak lingkungan dan kesehatan manusia (Goulart & de Oliveira, 2018).

Sementara itu, pencahayaan LED semakin banyak digunakan dalam budidaya tanaman modern. Keuntungannya adalah kemampuan untuk memberikan cahaya yang lebih tepat, sehingga memperbaiki proses fotosintesis pada tanaman. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pencahayaan LED dapat mendorong pertumbuhan tanaman, meningkatkan kandungan vitamin C, serta memperkuat ketahanan terhadap penyakit (Li, 2016). Teknologi modern seperti pencahayaan LED bisa mengurangi penggunaan pestisida kimia, sehingga membantu menciptakan sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan (Pretty, 2018).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa peningkatan intensitas serta durasi paparan cahaya LED biru dapat menurunkan jumlah bakteri (Triastuti, 2022). Syafriyudin dan Ledhe (2015) menemukan bahwa tanaman krisan yang diberi cahaya tambahan dari LED biru dan merah memiliki pertumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan pencahayaan dari lampu lain. Pada tanaman anggrek, paparan cahaya merah, biru, hijau, dan kuning menghasilkan kadar klorofil tertinggi ketika disinari cahaya biru (Mengxi et al, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, diperlukan kajian lanjutan untuk meningkatkan kandungan klorofil, flavonoid, dan vitamin C pada tanaman stroberi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru bagi pengembangan teknologi pertanian yang lebih berkelanjutan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pada latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh warna LED terhadap kandungan Vitamin C dalam tanaman stroberi?
2. Bagaimana pengaruh warna LED terhadap kandungan Flavonoid dalam tanaman stroberi?
3. Bagaimana pengaruh warna LED terhadap kandungan klorofil dalam tanaman stroberi yang diinfeksi patogen *Xanthomonas Fragariae*?

1.3 TUJUAN

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui pengaruh warna LED terhadap kandungan Vitamin C dalam Tanaman Stroberi.
2. Untuk mengetahui pengaruh warna LED terhadap kandungan Flavonoid dalam Tanaman Stroberi.
3. Untuk mengetahui pengaruh warna LED terhadap kandungan klorofil Tanaman Stroberi yang diinfeksi patogen *Xanthomonas Fragariae*.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Untuk mencegah meluasnya ruang lingkup penelitian, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Bibit tanaman yang digunakan adalah bibit Stroberi California.
2. Data yang diambil merupakan pengaruh paparan LED terhadap kandungan vitamin C, kandungan Flavonoid dan kandungan klorofil tanaman stroberi.
3. Pengambilan data klorofil menggunakan Spektrofotometer Visible dengan panjang gelombang 645nm dan 663nm.
4. Pengambilan data flavonoid dan vitamin c menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.
5. Patogen yang digunakan adalah *Xanthomonas Fragariae*.
6. LED yang digunakan adalah merah, biru dan hijau 5 Watt.
7. Paparan LED dilakukan pada pukul 19.00 WIB-selesai dengan variasi waktu 5menit, 10menit, 20menit dan 30menit.
8. Intensitas pemaparan yang digunakan adalah 100 lux.

1.5 MANFAAT

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini dapat menambah pengetahuan mengenai pengaruh paparan LED terhadap kandungan vitamin C dan ketahanan terhadap patogen *xanthomonas fragariae* pada tanaman stroberi (*fragaria x ananassa*).

2. Manfaat praktis

- a. Bagi penulis

penelitian yang dilakukan dapat menambah pengalaman dan mampu meningkatkan pengetahuan mengenai pengaruh paparan LED terhadap kandungan vitamin c dan ketahanan terhadap patogen *xanthomonas fragariae* pada tanaman stroberi (*fragaria x ananassa*).

b. Bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan Memberikan wawasan mengenai penggunaan teknologi pencahayaan LED sebagai metode budidaya yang inovatif dan efisien untuk meningkatkan hasil pertanian.

c. Bagi peneliti selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi penelitian berikutnya yang berfokus pada optimalisasi penggunaan LED pada tanaman.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Light Emitting Diode (LED)

Menurut Soeleman dan Rahayu (2013), lampu LED mampu memancarkan spektrum cahaya yang dapat mempercepat proses fotosintesis. Vastakaite dan Virsile (2015) menambahkan bahwa LED dapat dimanfaatkan sebagai sumber cahaya utama maupun tambahan untuk memodifikasi respons metabolisme tertentu sehingga menghasilkan pertumbuhan serta kualitas tanaman yang lebih optimal. Oleh karena itu, kualitas cahaya dari LED harus sesuai agar dapat memicu sekaligus mempertahankan proses fotosintesis. Hal ini terkait dengan kemampuan klorofil dalam menyerap serta memanfaatkan panjang gelombang cahaya merah (600–700 nm) dan biru (400–500 nm). Dengan demikian, sumber cahaya yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman perlu memancarkan panjang gelombang tersebut (Lindawati et al, 2015).

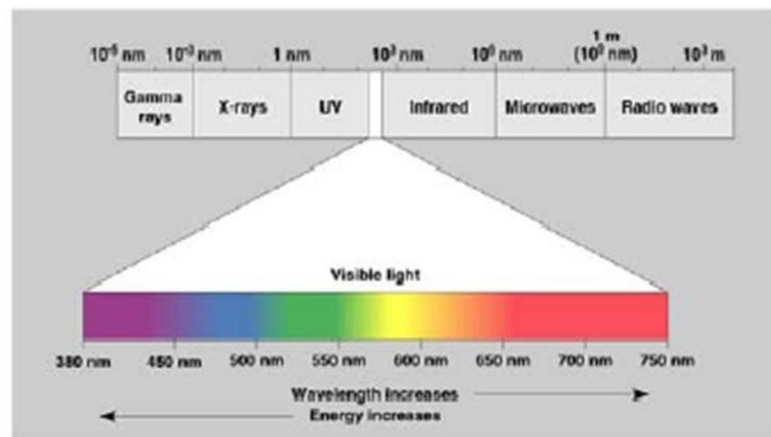
Selain itu, LED memiliki sejumlah keunggulan, antara lain tidak menghasilkan panas, berharga relatif murah, ringan, tahan lama, serta tersedia dalam berbagai warna cahaya (Isnaini et al, 2015). Untuk menghasilkan variasi warna cahaya tersebut, diperlukan penggunaan bahan semikonduktor yang berbeda, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.1 (Held, 2019).

Tabel 2.1 Bahan Semikonduktor untuk menghasilkan Cahaya LED (Held, 2019)

Bahan Semikonduktor	Emisi LED
Aluminium gallium arsenide (AlGaAs)	Merah dan inframerah
Aluminium gallium phosphide (AlGaP)	Hijau
Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP)	Jingga, Kuning
Diamond (C)	Uv
Gallium arsenide phosphide (GaAsP)	Merah, Jingga, dan Merah Jingga, Kuning
Gallium phosphide (GaP)	Merah, Kuning, Hijau
Gallium nitrate (GaN)	Hijau
Gallium nitrate (GaN) dengan AlGaN quantum barrier	Biru, Putih
Sapphire (Al_2O_3)	Biru
Silicon carbide (SiC)	Biru
Zinc selenide (ZnSe)	Biru

2.1.1 LED MERAH, BIRU dan HIJAU

Menurut Campbell dan Reece (2010), spektrum cahaya yang paling penting berada pada rentang 380–750 nm dan dikenal sebagai cahaya tampak karena dapat dilihat oleh mata manusia. Warna-warna dalam spektrum tersebut, dari panjang gelombang terpanjang hingga terpendek, yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu (Dwidjoseputro, 2014).



Gambar 2.1 Spektrum elektromagnetik (Campbell dan Reece, 2010)

LED mampu menghasilkan cahaya dalam berbagai warna, yang ditentukan oleh jenis serta kondisi material semikonduktor yang digunakan. Warna yang dihasilkan mencakup cahaya inframerah, ultraviolet, maupun cahaya tampak, termasuk LED biru. LED biru memiliki panjang gelombang sekitar 455–492 nm, dan diketahui dapat menginaktivasi bakteri dalam kondisi tertentu, misalnya melalui fotostimulasi porfirin alami yang terdapat di dalam sel. Selain itu, cahaya biru juga dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri, seperti *Staphylococcus epidermidis*, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber cahaya untuk inaktivasi bakteri (Astuti et al, 2011).

Lakitan (2013), menjelaskan bahwa seluruh tanaman memiliki puncak penyerapan utama pada cahaya merah dan puncak kedua pada cahaya biru. Hal ini menunjukkan bahwa kedua cahaya tersebut merupakan spektrum yang paling efektif dalam menunjang fotosintesis. Daun diketahui dapat menyerap lebih dari 90% cahaya biru, serta menyerap sebagian besar cahaya merah.

Runkle (2015), menambahkan bahwa cahaya biru dengan panjang gelombang 400–500 nm tidak hanya berperan dalam fotosintesis, tetapi juga memengaruhi mekanisme fisiologis tanaman, seperti pembukaan stomata yang berfungsi mengatur penyerapan karbon dioksida dan penguapan air. Cahaya biru juga dapat menekan pemanjangan batang, sehingga tanaman terhindar dari etiolasi. Untuk merangsang proses pembungaan, dibutuhkan intensitas cahaya yang relatif tinggi, yakni sekitar $30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Sementara itu, cahaya merah dengan panjang gelombang 600–700 nm dianggap sebagai spektrum paling efektif dalam mendukung fotosintesis. Namun, cahaya ini berpotensi menghambat pembungaan pada tanaman berhari pendek seperti krisan dan stroberi, sehingga LED merah umumnya lebih banyak dimanfaatkan untuk tanaman berhari panjang. Di sisi lain, cahaya hijau dengan panjang gelombang 500–600 nm relatif kurang efektif dalam merangsang fotosintesis, karena pigmen klorofil tidak mampu menyerap cahaya hijau secara optimal.

2.2 Patogen *Xanthomonas Fragariae*

2.2.1 Karakteristik patogen *xanthomonas fragariae*

Secara umum, *Xanthomonas* merupakan bakteri patogen. Bakteri ini bersifat aerob dan mampu menghasilkan polisakarida ekstraseluler (EPS) yang berperan dalam pembentukan eksudat sebagai sarana infeksi pada jaringan daun. Adapun beberapa karakteristik utama *Xanthomonas* antara lain:

- a) Mempunyai bentuk seperti batang dengan kedua ujungnya yang membulat.

- b) Mempunyai ukuran yang pendek dengan panjang berkisar antara 0,7–2.0 mm dan lebar antara 0,4–0,7 mm.
- c) Memiliki satu flagel.
- d) Merupakan jenis bakteri tanpa spora.
- e) Mempunyai ciri khas koloninya yang berlendir dan menghasilkan pigmen berwarna kuning yang merupakan pigmen *Xanthomonadin*.
- f) Bentuk koloni pada medium biakan adalah bulat, cembung dan berdiameter 1–3 mm.

2.2.2 Gejala dan Penyakit Yang Ditimbulkan

Penyakit hawar daun bakteri (*Bacterial Leaf Blight*) merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman padi yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas*. Infeksi penyakit ini dapat menurunkan hasil panen bahkan menyebabkan gagal panen. Penyakit hawar daun telah tersebar luas di berbagai wilayah dunia, seperti Asia, Australia, Afrika, Amerika Serikat, serta di seluruh daerah penghasil padi di Indonesia. Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanggulangi penyakit ini, antara lain melalui prediksi kemunculan penyakit, penggunaan antibiotik sebagai metode pengendalian kimia, serta penanaman varietas padi yang memiliki ketahanan terhadap infeksi (Noer, 2018).

Penyakit hawar daun yang disebabkan oleh *Xanthomonas fragariae* menimbulkan berbagai gejala. Gejala awal biasanya ditandai dengan munculnya warna kuning pada ujung daun, meskipun tanda ini sulit diamati pada fase persemaian. Pada fase anakan hingga pemasakan, gejala yang terlihat berupa bercak basah (water soaked) atau garis kekuningan pada daun (Pane, 2021).

Infeksi kemudian berkembang dari ujung daun dan meluas ke seluruh permukaan sehingga tepi daun tampak berombak. Pada daun muda, sering muncul eksudat bakteri berwarna putih susu atau menyerupai embun pada pagi hari. Selanjutnya, bercak pada daun berubah menjadi kuning hingga kecokelatan. Pada tingkat serangan yang parah, daun menjadi berwarna abu-abu dan ditumbuhi jamur saprofit (Triny sk, 2011).

Penyebaran penyakit dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu patogen, tanaman inang, dan kondisi lingkungan. Perubahan pada salah satu faktor tersebut dapat meningkatkan tingkat keparahan penyakit. Upaya pengendalian dapat dilakukan melalui berbagai cara, seperti memisahkan tanaman yang terinfeksi sejak dini, membuang bagian tanaman yang sakit, menggunakan bahan pengendali bakteri, serta memperbaiki kondisi tanah dengan meningkatkan tingkat keasaman (Pane, 2021).

2.3 Tanaman Stroberi

Stroberi adalah tanaman buah yang bisa ditanam di Indonesia. Buah stroberi memiliki banyak air dan serat, serta memiliki biji-biji kecil di bagian dalamnya. Bentuk buah stroberi biasanya kerucut atau bulat. Saat masih muda, buah ini berwarna hijau, tetapi setelah matang berubah menjadi warna merah atau kuning ke merah. Stroberi yang matang memiliki warna merah cerah, semakin cerah warnanya semakin manis rasanya. Biji stroberi kecil dan terletak di antara daging buah (Inggrid, Santoso. 2015). Buah stroberi bisa langsung dimakan tanpa harus dikupas terlebih dahulu. Rasanya dominan asam tapi juga sedikit manis, serta memiliki aroma yang harum, mirip dengan aroma nanas, pir, dan apel. Stroberi

termasuk jenis buah beri-berian yang masuk dalam genus *fragaria* dan famili Rosaceae. Tanaman stroberi ini bisa tumbuh di iklim sedang hingga dingin.

Stroberi (*Fragaria x ananassa*) merupakan salah satu sumber utama fitokimia, terutama senyawa fenolik (Hannum, 2014). Menurut Rahayuningsih et al. (2015), stroberi segar mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, tanin, dan saponin, yang berfungsi sebagai agen antimikroba. Selain itu, stroberi juga diketahui memiliki kandungan antioksidan yang tinggi, sehingga berperan penting dalam mencegah kanker, menurunkan kadar kolesterol jahat, serta mengurangi risiko penyakit jantung. Bagi ibu hamil, konsumsi stroberi dianjurkan karena kandungan asam folatnya bermanfaat bagi perkembangan janin (Sumarlan, 2018).

Dalam surah Al-an'am ayat 99, Allah berfirman :

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya: “Dialah yang menurunkan air dari langit lalu dengannya Kami menumbuhkan segala macam tumbuhan. Maka, darinya Kami mengeluarkan tanaman yang menghijau. Darinya Kami mengeluarkan butir yang bertumpuk (banyak). Dari mayang kurma (mengurai) tangkai-tangkai yang menjuntai. (Kami menumbuhkan) kebun-kebun anggur. (Kami menumbuhkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah dan menjadi masak. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang beriman”.

Dalam tafsir Tahlili, ayat ini menerangkan hal-hal yang dibutuhkan manusia dalam kehidupan sehari-hari, agar mereka lebih mudah memahami kekuasaan, kebijaksanaan, serta ilmu Allah SWT. Allah berfirman bahwa dialah yang menurunkan hujan dari langit, sehingga darinya tumbuh berbagai macam tanaman

dengan bentuk, jenis, dan rasa yang beragam. Dijelaskan pula bahwa air merupakan faktor utama yang menyebabkan tumbuhnya aneka tumbuhan dengan perbedaan rupa dan cita rasa, sebagai tanda kebesaran Allah dalam mengatur kehidupan makhluk-Nya. Pada penutup ayat, Allah menegaskan bahwa dalam proses pertumbuhan hingga pembuahan tanaman terdapat tanda-tanda kekuasaan dan ilmu Allah yang sangat teliti, yang menjadi bukti nyata bagi orang-orang beriman.

Sebagaimana tanaman lainnya, stroberi juga memiliki bagian-bagian penting penyusunnya, antara lain:

1. Akar

Struktur akar pada tanaman stroberi terdiri atas beberapa bagian, yaitu pangkal akar, batang akar, ujung akar, bulu akar, serta tudung akar. Stroberi memiliki akar tunggang yang terus tumbuh memanjang dengan ukuran relatif besar. Pada Gambar 2.2, bagian yang ditandai dengan lingkaran merah memperlihatkan struktur akar tanaman stroberi. Panjang akar dapat mencapai sekitar 100 cm, namun umumnya hanya menembus lapisan tanah bagian atas dengan kedalaman 15-45 cm, bergantung pada jenis serta tingkat kesuburan tanah (Harianingsih, 2010).



Gambar 2.2 Akar Tanaman Stroberi (Olivya et al, 2016)

2. Batang

Batang merupakan bagian tumbuhan yang memiliki peran penting sebagaimana akar. Fungsi utamanya adalah sebagai jalur transportasi air dan mineral yang diserap dari tanah menuju daun dan bagian lainnya. Selain itu, batang juga berfungsi menyalurkan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan.



Gambar 2.3 1) Batang Stroberi, 2) Stolon Stroberi (Hanif et al, 2015)

Batang pada tanaman stroberi memiliki ruas-ruas pendek yang disebut internodia. Pada setiap ruas terdapat buku (nodus) yang ditutupi oleh daun serta memiliki kuncup. Dari kuncup yang terletak di ketiak daun biasanya tumbuh stolon. Stolon merupakan batang kecil yang merambat di atas permukaan tanah dan dapat dipisahkan atau dipotong untuk dijadikan bahan perbanyakan tanaman baru. Tanaman baru yang berasal dari stolon ini dikenal dengan istilah geragih (Pitriana et al, 2017).

3. Daun

Daun stroberi berwarna hijau dan berfungsi sebagai tempat utama berlangsungnya proses fotosintesis. Bentuk daunnya khas, yaitu trifoliat dengan tepi bergerigi (Pitriana et al, 2017).



Gambar 2.4 Daun Tanaman Stroberi (Hanif et al, 2015)

4. Bunga

Bunga tanaman stroberi umumnya memiliki mahkota berwarna putih dengan bentuk agak membulat. Struktur bunganya terdiri atas sekitar 25 hingga 37 benang sari serta ratusan putik yang tersusun melingkar dan melekat pada bagian dasar bunga. Panjang tangkai bunga dapat mencapai sekitar 14 cm. Pada ujung tangkai utama biasanya tumbuh bunga utama yang berukuran lebih besar dan menjadi pusat pertumbuhan bunga. Bunga stroberi dengan benang sari yang lebih panjang umumnya menunjukkan kemampuan penyerbukan yang lebih baik (Sukumalanandana et al, 2011).

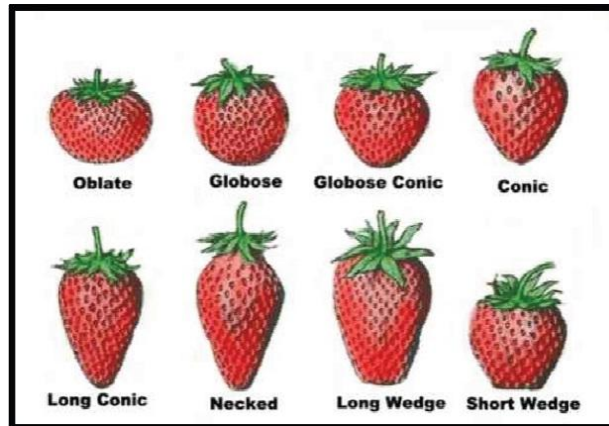


Gambar 2.5 Bunga Tanaman Stroberi (Oliviya et al, 2016)

5. Buah

Buah stroberi umumnya berbentuk kerucut hingga bulat. Namun, United States Department of Agriculture (USDA) mengklasifikasikan bentuk buah stroberi ke

dalam delapan tipe, yang bentuknya dapat dilihat pada Gambar 2.6 (Hanif et al, 2015).



Gambar 2.6 Berbagai bentuk stroberi

Tanaman stroberi diklasifikasikan sebagai berikut (Francesca Giampieri et al, 2012) :

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae (biji berkeping dua)
Subkelas	: Rosidae
Ordo	: Rosales
Famili	: Rosaceae (suku mawar-mawar)
Genus	: <i>Fragaria</i>
Spesies	: <i>Fragaria x ananassa</i>



Gambar 2.7 Tanaman Stroberi

2.4 Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menghambat atau memperlambat proses oksidasi. Oksidasi merupakan reaksi kimia yang melibatkan penyerapan oksigen, pelepasan hidrogen, atau pelepasan elektron. Reaksi oksidasi terjadi secara alami baik di alam maupun di dalam tubuh, dan dapat menimbulkan kerusakan apabila tidak dikendalikan. Kehadiran antioksidan berperan penting dalam mencegah kerusakan akibat proses oksidasi tersebut.

Pada buah stroberi, kandungan antioksidan memiliki berbagai manfaat kesehatan, antara lain melindungi tubuh dari risiko kanker, menurunkan kadar kolesterol, serta mencegah penyakit jantung. Stroberi juga dianjurkan untuk dikonsumsi ibu hamil karena kandungan asam folatnya baik bagi perkembangan janin. Selain itu, antioksidan dalam stroberi diketahui dapat membantu mengurangi risiko penyakit lain, seperti gangguan ginjal, diabetes, penyakit kardiovaskular, serta berbagai penyakit degeneratif (Wang et al, 2017).

Kandungan antioksidan yang terdapat dalam buah stroberi dapat dilihat pada tabel berikut:

No.	Komponen	Komposisi
1.	Antosianin	15-23 mg
2.	Vitamin C	56-60 mg
3.	Flavonoid	48 ± 2 mg
4.	Fenol	262 ± 8 mg

Tabel 2.2 Komposisi Antioksidan Buah Stroberi (100 gr Buah)

Antioksidan dalam tubuh manusia berfungsi untuk menetralkan radikal bebas yang berpotensi merusak sel-sel tubuh. Selain itu, antioksidan juga berperan dalam mencegah kerusakan jaringan, menghambat penuaan dini, serta membantu menekan pertumbuhan sel kanker hati (Inggrid dan Santoso, 2015).

2.5 Klorofil

Klorofil berasal dari kata *chloros* yang berarti hijau dan *phyllos* yang berarti daun. Klorofil merupakan pigmen yang memberikan warna hijau pada tumbuhan, sekaligus berperan penting dalam proses fotosintesis, yaitu mengubah energi cahaya menjadi energi kimia (Ai dan Banyo, 2011). Pembentukan klorofil dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain pembawa genetik, intensitas sinar matahari, ketersediaan oksigen, karbohidrat, nitrogen, magnesium, zat besi, air, serta suhu optimal sekitar 26–30°C (Kurmiawan et al, 2020).

Tumbuhan hijau memiliki dua jenis klorofil, yaitu klorofil-a yang berwarna hijau tua dan klorofil-b yang berwarna hijau muda. Klorofil-a berfungsi dalam mengubah energi cahaya menjadi energi kimia, sedangkan klorofil-b berperan membantu menyalurkan energi cahaya yang diserap ke klorofil-a untuk dikonversi

menjadi energi kimia. Kedua jenis klorofil ini paling efektif menyerap cahaya pada panjang gelombang 400-490 nm dan 620-680 nm (Zulfiana et al, 2020).

Beberapa metode yang umum digunakan untuk mengukur kadar klorofil antara lain (Riyono, 2006):

1. Metode kolorimetri

Metode kolorimetri dilakukan dengan memasukkan larutan ke dalam tabung gelas. Larutan tersebut memiliki tingkat kepekatan warna yang berbeda. Larutan khusus dibandingkan dengan ekstrak klorofil dalam acetone 90%, lalu dipilih yang paling sesuai dengan warna ekstrak klorofil. Kelemahan metode ini adalah sulit membedakan warna secara tepat karena hanya bergantung pada pengamatan mata.

2. Metode spektrofotometri

Metode spektrofotometri merupakan salah satu teknik yang paling umum digunakan untuk mengukur kadar klorofil. Prinsip metode ini mengacu pada hukum Lambert-Beer, yang menyatakan bahwa besarnya cahaya yang diserap pada panjang gelombang tertentu dipengaruhi oleh konsentrasi zat terlarut, koefisien absorpsi, serta panjang lintasan cahaya dalam kuvet.

Salah satu pendekatan dalam metode spektrofotometri adalah metode Arnon, yang menggunakan panjang gelombang 663 nm dan 645 nm untuk mengukur nilai absorbansi larutan klorofil. Proses ekstraksi pigmen dilakukan dengan pelarut etanol 70%. Hasil pengukuran absorbansi pada panjang gelombang tersebut kemudian dihitung menggunakan persamaan yang telah ditetapkan oleh Arnon untuk menentukan kadar klorofil (Suprianto et al, 2016).

$$\text{Klorofil a} = [12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}] \text{ (mg/l)}$$

$$\text{Klorofil b} = [22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}] \text{ (mg/l)}$$

Keterangan :

A = nilai absorbansi klorofil

3. Metode fluorometri

Metode ini pada dasarnya memiliki prinsip yang hampir sama dengan spektrofotometri, namun membutuhkan volume sampel yang lebih sedikit serta waktu analisis yang lebih singkat. Alat yang digunakan adalah fluorometer, dengan prinsip kerja menyinari sampel menggunakan cahaya biru-ungu. Cahaya yang diteruskan oleh sampel kemudian ditangkap melalui filter cahaya merah.

Selain penting dalam proses fotosintesis, klorofil juga memiliki banyak manfaat bagi kesehatan tubuh. Senyawa ini dapat meningkatkan daya tahan tubuh, membantu proses pencernaan, serta memperlancar peredaran darah. Klorofil juga dikenal memiliki aktivitas sebagai antioksidan, antikanker, dan antiinflamasi. Aktivitas antikanker terjadi ketika senyawa fotosintetik dalam klorofil terkena cahaya dengan panjang gelombang 630–800 nm pada intensitas tertentu, sehingga mampu menghancurkan sel kanker.

Selain itu, klorofil mampu meregenerasi sel, mempercepat penyembuhan luka dengan merangsang pembentukan sel fibroblas (sel pembentuk jaringan ikat), serta membantu detoksifikasi karena strukturnya dapat menarik zat sisa metabolisme untuk dikeluarkan melalui feses. Manfaat lainnya meliputi pencegahan osteoporosis melalui suplai vitamin K, menjaga keseimbangan asam-basa tubuh, serta meningkatkan kadar estrogen sehingga penyerapan kalsium menjadi lebih

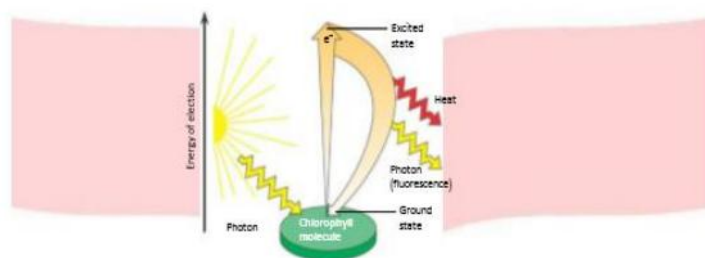
optimal. Dengan demikian, klorofil memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan secara menyeluruh (Merdekawati dan Susanto, 2019).

2.5.1 Pengaruh Cahaya terhadap Klorofil

Klorofil merupakan komponen utama yang sangat penting dalam proses fotosintesis. Efisiensi fotosintesis sangat bergantung pada jumlah cahaya yang dapat diserap oleh klorofil. Spektrum cahaya biru memiliki energi lebih tinggi dibandingkan dengan spektrum cahaya merah. Ketika cahaya diserap oleh klorofil, elektron yang berada di dalam molekul klorofil memperoleh energi dan berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi.

Akibat perpindahan elektron tersebut, klorofil kehilangan elektron dan berada dalam keadaan tidak stabil, sehingga membutuhkan tambahan elektron untuk kembali stabil. Pada saat bersamaan, enzim tertentu memecah molekul air, menghasilkan oksigen, proton, dan elektron. Elektron dari hasil pemecahan air inilah yang digunakan untuk menstabilkan kembali molekul klorofil.

Sementara itu, kelebihan energi dari elektron yang tereksitasi dilepaskan dalam bentuk panas, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Klorofil Tereksitasi (Zulfiana et al, 2020)

Spektrum cahaya terdiri atas berbagai panjang gelombang. Dalam proses fotosintesis, cahaya tampak dari warna merah hingga ungu dapat diserap oleh pigmen klorofil. Klorofil-a berfungsi menyerap cahaya merah, biru, dan ungu, serta memantulkan cahaya hijau. Sementara itu, klorofil-b lebih dominan menyerap cahaya biru dan nila, lalu memantulkan cahaya hijau dan kuning. Oleh sebab itu, daun tampak berwarna hijau (Naomi et al, 2018).

Sumber energi utama dalam fotosintesis berasal dari cahaya tampak. Semakin pendek panjang gelombang suatu cahaya, semakin besar energi yang dikandungnya. Cahaya biru, dengan panjang gelombang 435-520 nm, memiliki energi yang lebih tinggi dibandingkan cahaya merah. Sebaliknya, cahaya merah yang memiliki panjang gelombang lebih panjang, yaitu 625-740 nm, menyimpan energi lebih rendah, tetapi tetap dapat diserap secara optimal oleh klorofil-a (Arifah et al, 2019).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 JENIS PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian eksperimental, yang bertujuan untuk memperoleh data hasil pengamatan mengenai pengaruh paparan LED terhadap kandungan vitamin C dan ketahanan terhadap patogen *Xanthomonas fragariae* pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).

3.2 WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian dengan judul “*Pengaruh Paparan LED terhadap Kandungan Vitamin C dan Ketahanan terhadap Patogen Xanthomonas fragariae pada Tanaman Stroberi (Fragaria x ananassa)*” dilaksanakan mulai bulan Maret 2025. Penelitian ini dilakukan di Desa Wonomulyo, Kabupaten Malang, serta di Laboratorium Biofisika, Jurusan Fisika, dan Laboratorium Instrumen, Jurusan Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 ALAT DAN BAHAN

3.3.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Lampu LED Merah, Biru dan Hijau.
2. Stopkontak
3. Kabel penghubung
4. Fitting lampu
5. Kawat besi

6. Spektrofotometer visible
7. Spektrofotometer UV-Vis
8. Lux meter
9. Autoklaf
10. Inkubator
11. Kulkas
12. Timer
13. Alat ukur (penggaris)
14. Blender
15. Beaker glass
16. Gelas ukur
17. Alumunium foil
18. Hot plate
19. Cawan petri
20. Kuvet
21. Pipet
22. Kertas saring
23. Mortar dan alu
24. Botol vial
25. Botol spray
26. Corong
27. Timbangan digital
28. Kamera digital
29. Alat tulis

30. Pisau

31. gunting

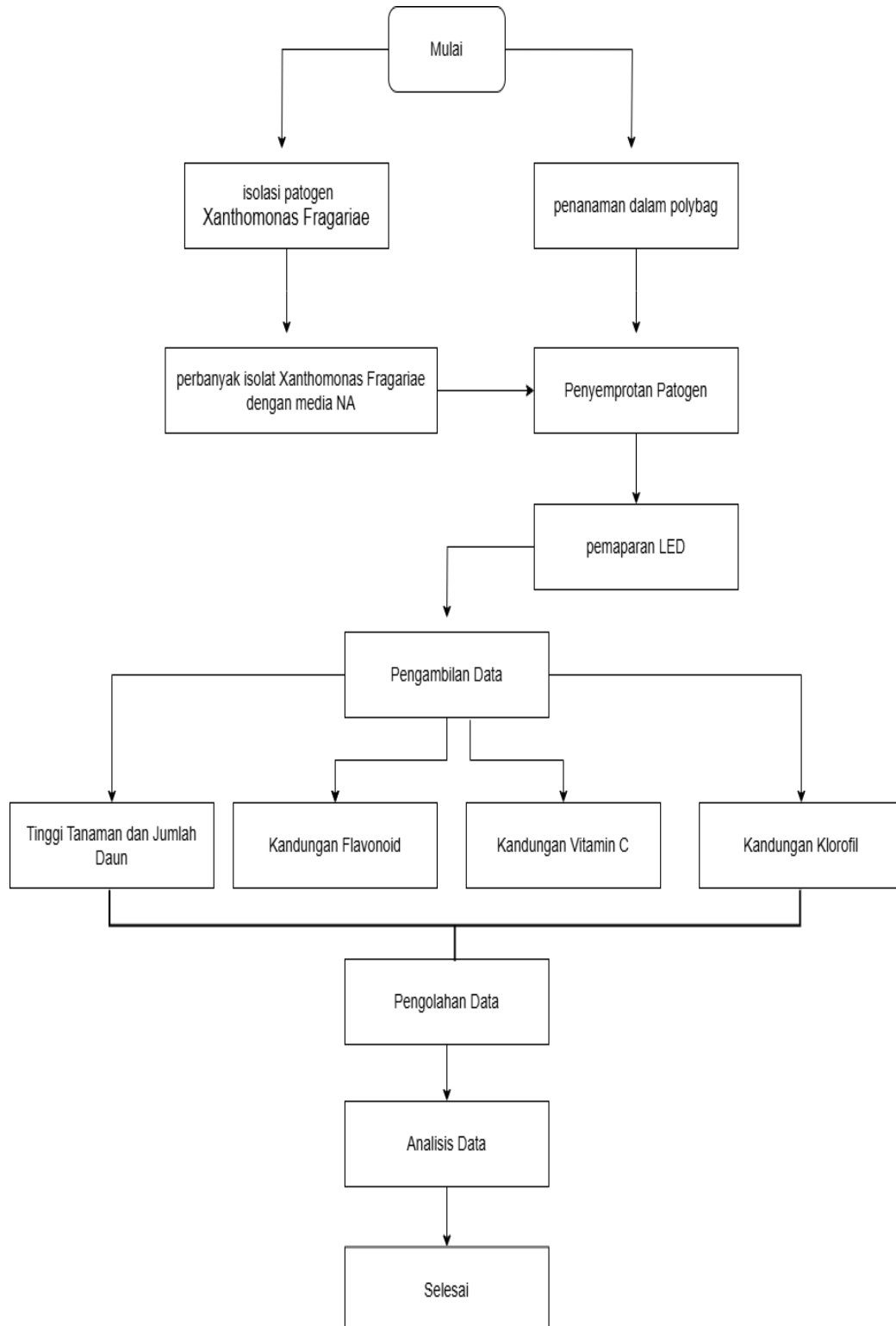
3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Bibit stroberi
2. Polybag ukuran 25x25cm
3. Tanah
4. Pupuk kandang
5. Sekam
6. Aquades
7. Alkohol 70%
8. Quersetin
9. Asam askorbat
10. Media NA
11. Patogen *Xanthomonas Fragariae*

3.4 Diagram Alir

Tahap penelitian yang disajikan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Penelitian

3.5 PROSEDUR PENELITIAN

Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah:

3.5.1 Tahap Persiapan Sampel

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi persiapan alat dan bahan, penentuan lokasi serta pengambilan sampel uji, serta penetapan komposisi bahan yang diperlukan.

1. Bibit Buah Stroberi ditanam dalam polybag berukuran 25x25 cm.
2. Media tanam yang digunakan adalah tanah, pupuk kandang, dan sekam dengan perbandingan 1:1:1.
3. Dilakukan penyiraman setiap hari pada pukul 07.00 WIB sebanyak 50 ml.

3.5.2 Pembuatan media penerangan

Langkah-langkah pembuatan media penerangan adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan lampu dengan fitting lampu.
2. Menyambungkan kabel satu dengan kabel lainnya.
3. Memasang lampu pada fitting yang telah terhubung dengan kabel.
4. Menggantungkan lampu LED di atas tanaman stroberi dengan intensitas 100 lux yakni dengan jarak masing-masing:
 - a. LED Merah pada jarak 40,1 cm dari tanaman.
 - b. LED Biru pada jarak 40,8 cm dari tanaman.
 - c. LED Hijau pada jarak 50,3 cm dari tanaman.

3.5.3 Peremajaan isolat bakteri *Xanthomonas* (Salsabila, 2023)

Peremajaan Bakteri *Xanthomonas* dilakukan dengan menggunakan media Nutrient Agar (NA). Prosedurnya sebagai berikut:

1. Menimbang 20 gr media NA, kemudian melarutkannya dalam 1000 mL akuades menggunakan beaker glass.
2. Memanaskan larutan NA di atas hot plate hingga homogen.
3. Mensterilkan media NA menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121 °C dengan tekanan 2 atm.
4. Menuangkan media NA yang telah steril ke dalam cawan petri masing-masing sebanyak $\pm$ 10 mL, lalu membiarkannya hingga memadat.
5. Menginokulasikan 1 ose biakan *Xanthomonas fragariae* ke dalam media NA pada cawan petri secara aseptik menggunakan teknik gores.
6. Menginkubasi cawan petri selama 24 jam di dalam inkubator.
7. Setelah masa inkubasi selesai, menyimpan biakan bakteri dalam kulkas untuk menghambat pertumbuhan lebih lanjut.

3.5.4 Tahap Pemberian patogen pada tanaman stroberi

Langkah-langkah pemberian patogen pada tanaman stroberi adalah sebagai berikut:

1. Dipersiapkan patogen *xanthomonas fragariae* yang telah siap digunakan.
2. Pemberian patogen dilakukan secara merata sebanyak 5 ml/tanaman.
3. Dilakukan observasi secara berkala setelah inokulasi untuk mendeteksi respons tanaman terhadap perkembangan patogen *Xanthomonas fragariae*.

3.5.5 Tahap Penyinaran LED Merah, Biru dan Hijau

Langkah-langkah penyinaran LED adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Menggantungkan lampu LED berwarna merah, biru, dan hijau di atas tanaman stroberi yang telah ditanam dalam polybag.
3. Memberikan penyinaran tambahan menggunakan LED pada malam hari terhadap bibit stroberi yang telah berusia 2 minggu.
4. Tanaman yang telah diinokulasi dengan patogen *Xanthomonas fragariae* diberi perlakuan berupa paparan LED merah, biru, dan hijau masing-masing dengan daya 5 watt.
5. Pemaparan LED dilakukan dengan variasi waktu 5 menit, 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, dimulai pada pukul 19.00 WIB hingga selesai.

3.5.6 Tahap Pengujian Kandungan Klorofil

1. Persiapan sampel:
 - a. Daun stroberi yang sudah dipanen, dicuci bersih lalu ditimbang sebanyak 0,1g.
 - b. Daun yang sudah ditimbang kemudian dihaluskan menggunakan mortar dan alu.
2. Ekstraksi klorofil:
 - a. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi adalah alkohol 70%.
 - b. Daun stroberi yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam beaker glass, kemudian ditambahkan larutan alkohol 70% sebanyak 20 mL.

- c. Campuran diaduk hingga homogen, lalu disaring menggunakan kertas saring untuk memperoleh filtrat ekstrak klorofil.

3. Pengukuran absorbansi:

- a. Ekstrak klorofil yang diperoleh kemudian diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm dengan menggunakan spektrofotometer.

- b. Penentuan kadar klorofil daun berdasarkan rumus:

$$\text{Klorofil a} = 12,7 (A.663) - 2,69 (A.645) \text{ mg/l.}$$

$$\text{Klorofil b} = 22,9 (A.645) - 4,68 (A.663) \text{ mg/l.}$$

3.5.7 Tahap Pengujian Kandungan Vitamin-C

1. Persiapan Sampel:

- a. Buah stroberi yang telah dipanen dicuci hingga bersih.
- b. Stroberi dihaluskan menggunakan blender, kemudian ditimbang sebanyak 1 gr untuk sampel uji.

2. Persiapan larutan standar:

- a. Larutan standar vitamin C dengan konsentrasi 100 ppm dibuat dengan melarutkan 5 mg asam askorbat dalam 50 mL aquades.
- b. Larutan standar tersebut kemudian diencerkan sehingga diperoleh variasi konsentrasi 4 ppm, 8 ppm, 12 ppm, dan 16 ppm.

3. Ekstraksi vitamin c

- a. Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi adalah aquades.
- b. Sampel stroberi yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam beaker glass, kemudian ditambahkan 50 mL aquades.

- c. Campuran diaduk hingga homogen, lalu disaring menggunakan kertas saring untuk mendapatkan filtrat ekstrak vitamin C.

4. Pengukuran absorbansi:

Absorbansi larutan standar maupun sampel ekstrak stroberi diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 265 nm.

3.5.8 Tahap pengujian Kandungan Flavonoid

1. Persiapan sampel:

- a. Buah stroberi yang telah dipanen dicuci bersih, kemudian diiris tipis dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 6 jam.
- b. Stroberi kering dihaluskan menggunakan blender, disaring hingga tidak ada tekstur kasar, lalu ditimbang sebanyak 25 mg untuk sampel uji.

2. Persiapan larutan standar:

- a. Larutan standar flavonoid dengan konsentrasi 1000 ppm dibuat dengan melarutkan 25 mg quersetin dalam 25 mL alkohol 70%.
- b. Larutan standar tersebut diencerkan hingga diperoleh variasi konsentrasi 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm, dan 120 ppm.

3. Ekstraksi flavonoid:

- a. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi adalah alkohol 70%.
- b. Sampel stroberi yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam beaker glass, kemudian ditambahkan 25 mL alkohol 70%.
- c. Campuran diaduk hingga homogen, lalu disaring menggunakan kertas saring untuk memperoleh filtrat ekstrak flavonoid.

4. Pengukuran absorbansi

Absorbansi larutan standar maupun sampel ekstrak stroberi diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm.

Pengolahan data kandungan flavonoid :

$$x = \frac{(y - b)}{a} \text{ atau } x = \frac{(y - 0,0037)}{0,006}$$

3.6 TEKNIK PENGAMBILAN DATA

Data yang dihasilkan pada penelitian ini akan disajikan dalam tabel berikut :

1. Pengujian Tinggi Tanaman

Data yang diambil pada pengujian ini adalah tinggi tanaman yang diambil setiap satu minggu sekali menggunakan penggaris.

Tabel 3.1 Pengujian Tinggi Tanaman

Warna LED	Waktu penyinaran	Tinggi Tanaman (cm)		
		1	2	3
Merah	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			
Biru	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			
Hijau	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			

2. Pengujian Jumlah Daun

Data yang diambil pada pengujian ini adalah Jumlah Daun yang diambil setiap satu minggu sekali.

Tabel 3.2 Pengujian Jumlah Daun

Warna LED	Waktu penyinaran	Jumlah daun (helai)		
		1	2	3
Merah	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			
Biru	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			
Hijau	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			

3. Pengujian Kandungan Klorofil

Data yang diambil pada pengujian ini adalah kandungan klorofil yang menggunakan alat spektrofotometer.

Tabel 3.3 Pengujian kandungan klorofil

Warna LED	Waktu penyinaran	Kandungan Klorofil (mg/ml)		
		a	b	Rata*
Merah	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			
Biru	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			
Hijau	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			

4. Pengujian Kandungan Vitamin C

Data yang diambil untuk menentukan kandungan Vitamin C ini diambil dari pengukuran menggunakan alat spektrofotometer.

Tabel 3.4 pengujian kandungan Vitamin C

Warna LED	Waktu penyinaran	Kandungan Vitamin C (mg/ml)		
		1	2	3
Merah	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			
Biru	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			
Hijau	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			

5. Pengujian Kandungan Flavonoid

Data yang diambil untuk menentukan kandungan Flavonoid ini diambil dari pengukuran menggunakan alat spektrofotometer.

Tabel 3.5 Pengujian Kandungan Flavonoid

Warna LED	Waktu penyinaran	Kandungan Flavonoid (mg/ml)		
		1	2	3
Merah	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			
Biru	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			
Hijau	5 menit			
	10 menit			
	20 menit			
	30 menit			

3.7 ANALISIS DATA

Data pengaruh paparan LED terhadap kandungan vitamin C dan ketahanan terhadap patogen *Xanthomonas fragariae* pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) dianalisis secara statistik menggunakan uji faktorial. Apabila hasil

analisis menunjukkan pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf signifikansi 5%. Seluruh analisis statistik dilakukan dengan menggunakan software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Selain itu, data hasil pengamatan juga disajikan dalam bentuk grafik pengaruh lama paparan cahaya LED merah, biru, dan hijau yang dibuat menggunakan Microsoft Excel.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dimulai pada pukul 19.00 WIB dengan variasi lama paparan 5 menit, 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Sumber cahaya yang digunakan berupa lampu LED berwarna merah, biru, dan hijau dengan intensitas sebesar 100 lux. Paparan LED dilakukan di ruangan tertutup tanpa adanya cahaya lain, kecuali pada kontrol (tanpa paparan LED). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali (triplo). Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi: Tinggi tanaman (cm), Jumlah daun (helai), Kandungan klorofil (mg/ml), Kandungan vitamin C (mg/ml) dan Kandungan flavonoid (mg/ml). Data hasil pengamatan pengaruh paparan LED terhadap kandungan vitamin C dan ketahanan terhadap patogen *Xanthomonas fragariae* pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

4.1 DATA HASIL PENELITIAN

4.1.1 Pengaruh Paparan LED terhadap Tinggi Tanaman Stroberi

Pengukuran tinggi tanaman stroberi dilakukan setiap 7 hari sekali selama 7 minggu, dimulai setelah tanaman berumur 14 hari (HSS/Hari Setelah Semai). Alat yang digunakan untuk mengukur tinggi tanaman adalah penggaris. Hasil pengamatan kemudian dihitung nilai rata-ratanya, sehingga diperoleh data tinggi tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang disajikan dalam Tabel 4.1.

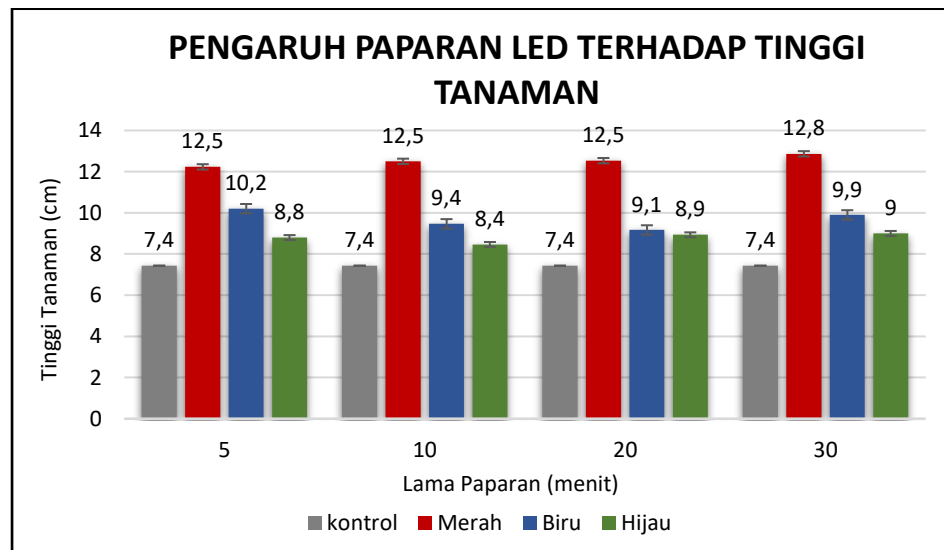
Tabel 4.1 Data Hasil Tinggi Tanaman Stroberi

warna	Waktu (menit)	Tinggi Tanaman (cm)			Rata-rata
		1	2	3	
KONTROL	5	7,8	7,2	7,3	$7,43 \pm 0,32$
	10	7,8	7,2	7,3	$7,43 \pm 0,32$
	20	7,8	7,2	7,3	$7,43 \pm 0,32$
	30	7,8	7,2	7,3	$7,43 \pm 0,32$
MERAH	5	12,2	12,5	12	$12,23 \pm 0,25$
	10	12,4	12,6	12,5	$12,5 \pm 0,1$
	20	12,5	12,9	12,2	$12,53 \pm 0,35$
	30	12,8	13	12,8	$12,86 \pm 0,11$
BIRU	5	9,8	10	10,8	$10,2 \pm 0,52$
	10	9,5	9,4	9,5	$9,46 \pm 0,05$
	20	8,9	9,8	8,8	$9,16 \pm 0,55$
	30	9,8	10,2	9,7	$9,9 \pm 0,26$
HIJAU	5	8,8	8,9	8,7	$8,8 \pm 0,1$
	10	8,4	8,2	8,8	$8,46 \pm 0,3$
	20	8,8	8,6	9,4	$8,93 \pm 0,41$
	30	8,9	8,6	9,5	$9 \pm 0,45$

Berdasarkan data pada Tabel 4.1, terdapat perbedaan tinggi tanaman antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dengan variasi warna LED. Pada tanaman kontrol, rata-rata tinggi tanaman adalah 7,43 cm. Pada perlakuan LED hijau, rata-rata tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada durasi paparan 30 menit,

yaitu sebesar 9 cm. Pada perlakuan LED biru, rata-rata tinggi tanaman mencapai 10,2 cm pada paparan 5 menit. Sementara itu, perlakuan LED merah menunjukkan hasil yang paling tinggi dibandingkan dengan LED biru dan hijau, yaitu dengan rata-rata 12,86 cm pada durasi paparan 30 menit. Hasil tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.1, yang memperlihatkan pengaruh paparan LED terhadap pertumbuhan tinggi tanaman stroberi.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa tinggi tanaman stroberi pada kelompok perlakuan dengan paparan LED (merah, biru, dan hijau) mengalami peningkatan lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Selain itu, terlihat bahwa perlakuan LED merah memberikan pengaruh paling signifikan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman stroberi dibandingkan dengan perlakuan LED biru dan hijau.



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil grafik 4.1, tinggi tanaman stroberi maksimum diperoleh pada perlakuan LED merah dengan lama paparan 30 menit, yaitu sebesar 12,86 cm, sedangkan pada kelompok kontrol hanya mencapai 7,43 cm. Untuk mengetahui

signifikansi pengaruh paparan LED dengan variasi warna dan lama paparan terhadap tinggi tanaman stroberi, dilakukan analisis menggunakan uji Faktorial. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Hasil Uji Faktorial Tinggi Tanaman Stroberi

Tests of Between-Subjects Effects					
source	Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
Warna	171.746	3	57.249	449.743	.000
Waktu	1.886	3	.629	4.938	.006
Warna*Waktu	2.594	9	.288	2.264	.043

Berdasarkan tabel 4.2 Hasil Uji Faktorial menunjukkan nilai signifikansi $<0,05$ artinya perlakuan warna dan waktu berpengaruh terhadap Tinggi Tanaman Stroberi, maka dapat dilanjutkan dengan uji duncan untuk mengetahui perlakuan Warna LED dan lama Paparan yang paling optimal terhadap Tinggi Tanaman.

Tabel 4.3 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap Tinggi Tanaman

Tinggi Tanaman (cm)	warna	notasi
7.43	Kontrol	a
12.60	Merah	d
9.73	Biru	c
8.85	Hijau	b

Tabel 4.4 Data hasil Uji Duncan Pengaruh Lama Paparan LED terhadap Tinggi Tanaman

Tinggi Tanaman (cm)	waktu	notasi
9.66	5 Menit	a
9.46	10 Menit	a
9.51	20 Menit	a
9.97	30 Menit	b

Berdasarkan hasil Uji Duncan yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4, dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara tanaman kontrol dengan tanaman yang mendapatkan perlakuan paparan LED. Hasil analisis menunjukkan bahwa warna LED yang memberikan pengaruh paling besar terhadap tinggi tanaman stroberi adalah LED merah. Selain itu, variasi waktu paparan LED juga berpengaruh signifikan. Dari hasil uji diketahui bahwa lama paparan 30 menit memberikan pertumbuhan tinggi tanaman stroberi yang paling optimal, dibandingkan dengan lama paparan lainnya. Dengan demikian, kombinasi perlakuan LED merah dengan paparan selama 30 menit merupakan kondisi terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).

4.1.2 Pengaruh Paparan LED terhadap Jumlah Daun Tanaman Stroberi

Pengambilan data jumlah daun tanaman stroberi dilakukan setiap tujuh hari sekali selama 7 minggu setelah tanaman berumur 14 hari (hari setelah semai) dengan menghitung jumlah daun setiap tanaman. Berdasarkan pengamatan dan perhitungan rata-rata jumlah daun (helai) pada tanaman stroberi (*fragaria x ananassa*) diperoleh data dalam bentuk tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Hasil Jumlah Daun Tanaman Stroberi

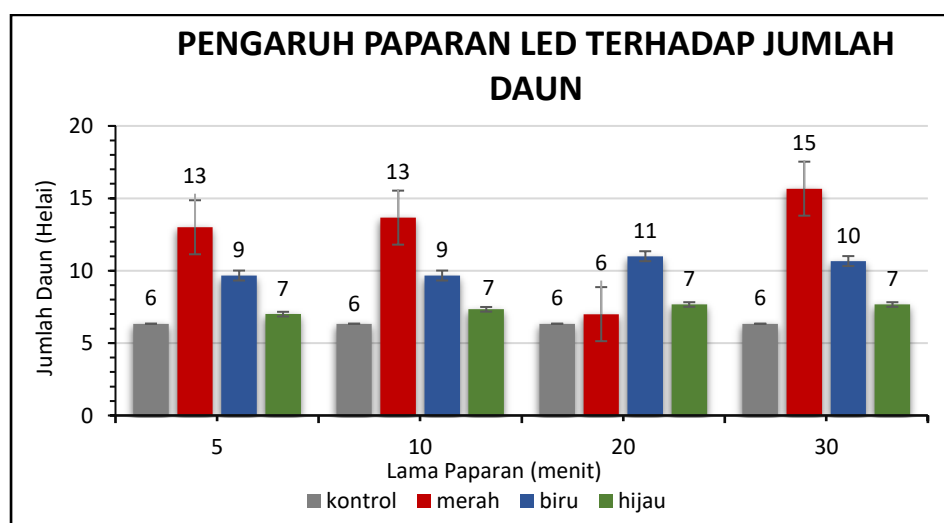
warna	Waktu (menit)	Jumlah Daun (helai)			Rata-rata
		1	2	3	
KONTROL	5	6	7	6	6
	10	6	7	6	6
	20	6	7	6	6
	30	6	7	6	6
MERAH	5	13	13	13	13
	10	14	13	14	13
	20	9	10	10	9
	30	17	16	14	15
BIRU	5	9	10	10	9
	10	9	10	10	9
	20	11	11	11	11
	30	11	10	11	10
HIJAU	5	7	7	7	7
	10	7	8	7	7
	20	8	7	8	7
	30	8	7	8	7

Data pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah daun antara tanaman kontrol dengan tanaman yang diberikan perlakuan paparan LED. Pada kelompok kontrol, jumlah daun rata-rata hanya mencapai 6 helai. Sementara itu, pada tanaman yang diberi perlakuan LED hijau, jumlah daun meningkat menjadi rata-rata 7 helai, dan pada perlakuan LED biru rata-rata jumlah daun

mencapai 11 helai. Adapun perlakuan dengan LED merah menghasilkan rata-rata jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan warna LED biru dan hijau, yaitu mencapai 15 helai.

Hasil ini menunjukkan bahwa paparan LED, khususnya dengan warna merah, mampu memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap peningkatan jumlah daun tanaman stroberi. Data ini kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.2 untuk mempermudah interpretasi pengaruh LED terhadap jumlah daun tanaman stroberi.

Gambar 4.2 memperlihatkan pengaruh variasi paparan LED terhadap jumlah daun tanaman stroberi. Perlakuan dilakukan dengan memberikan paparan LED merah, biru, dan hijau selama 5 menit, 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Grafik Dari ketiga warna LED yang digunakan, paparan LED merah menunjukkan hasil paling optimal dalam meningkatkan jumlah daun tanaman, diikuti oleh LED biru, sedangkan LED hijau memberikan pengaruh paling rendah tetapi tetap lebih tinggi dibandingkan kontrol.



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap Jumlah Daun

Jumlah daun tanaman stroberi paling tinggi diperoleh pada perlakuan LED merah dengan durasi paparan 30 menit, yaitu sebanyak 15 helai daun, sedangkan kelompok kontrol hanya memiliki rata-rata 6 helai daun. Hal ini menunjukkan bahwa paparan cahaya LED, khususnya dengan warna merah, mampu meningkatkan jumlah daun tanaman stroberi secara signifikan dibandingkan kontrol maupun perlakuan LED warna lainnya. Untuk mengetahui tingkat signifikansi pengaruh warna LED dan variasi waktu paparan terhadap jumlah daun tanaman stroberi, dilakukan analisis menggunakan uji Faktorial. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Faktorial Pengaruh Paparan LED terhadap Jumlah Daun

Tests of Between-Subjects Effects					
source	Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
Warna	323.167	3	107.722	272.140	.000
Waktu	13.167	3	4.389	11.088	.000
Warna*Waktu	48.000	9	5.333	13.474	.000

Tabel 4.6 menunjukkan hasil uji Faktorial dengan nilai signifikansi $< 0,05$. Hal ini menandakan bahwa perlakuan paparan LED dengan variasi warna dan lama paparan berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun tanaman stroberi. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan Uji Duncan untuk mengetahui kombinasi perlakuan warna LED dan lama paparan yang paling optimal dalam meningkatkan jumlah daun tanaman stroberi.

Tabel 4.7 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap Jumlah Daun.

Jumlah Daun	warna	notasi
6.33	Kontrol	a
13.00	Merah	d
10.25	Biru	c
7.42	Hijau	b

Tabel 4.8 Data hasil Uji Duncan Pengaruh lama Paparan LED terhadap Jumlah Daun.

Jumlah Daun	waktu	notasi
9.00	5 Menit	ab
9.25	10 Menit	b
8.67	20 Menit	a
10.08	30 Menit	c

Berdasarkan hasil Uji Duncan pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8, diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara tanaman kontrol dan tanaman yang mendapatkan perlakuan paparan LED dengan variasi warna dan waktu. Perlakuan cahaya LED merah menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan cahaya biru, sedangkan cahaya biru juga berbeda nyata dengan cahaya hijau. Hasil ini menegaskan bahwa perlakuan LED merah merupakan warna cahaya yang paling berpengaruh terhadap peningkatan jumlah daun tanaman stroberi. Selain itu, perlakuan waktu paparan juga menunjukkan perbedaan yang signifikan. Waktu paparan 30 menit merupakan durasi paling optimal dalam meningkatkan jumlah daun tanaman stroberi dibandingkan durasi lainnya.

4.1.3 Pengaruh Paparan LED terhadap Kandungan Klorofil Tanaman Stroberi

Pengukuran kandungan klorofil pada tanaman stroberi dilakukan menggunakan spektrofotometer untuk menentukan nilai absorbansi ekstrak daun. Daun yang digunakan diekstraksi dengan pelarut alkohol 70%, kemudian hasil ekstraksi disaring untuk memperoleh filtrat klorofil. Filtrat dimasukkan ke dalam cuvet hingga garis tanda batas. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm. Data nilai absorbansi yang diperoleh dari pengukuran ini disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data Hasil Nilai Absorbansi Kandungan Klorofil Tanaman Stroberi

Warna	Lama Paparan (menit)	Rata-rata Nilai Absorbansi	
		645 nm	663 nm
Kontrol	5	0,277	0,355
	10	0,277	0,355
	20	0,277	0,355
	30	0,277	0,355
Merah	5	0,532	0,635
	10	0,749	0,787
	20	0,063	0,767
	30	0,631	0,541
Biru	5	0,653	0,484
	10	0,496	0,523
	20	0,667	0,543
	30	0,565	0,515
Hijau	5	0,668	0,503
	10	0,523	0,377
	20	1	0,763
	30	0,459	0,428

Data yang diperoleh pada tabel 4.9 dihitung dengan menggunakan rumus:

Klorofil a (mg/l) : $12,7 D-663 - 2,69 D-645$

Klorofil b (mg/l) : $22,9 D-645 - 4,68 D-663$

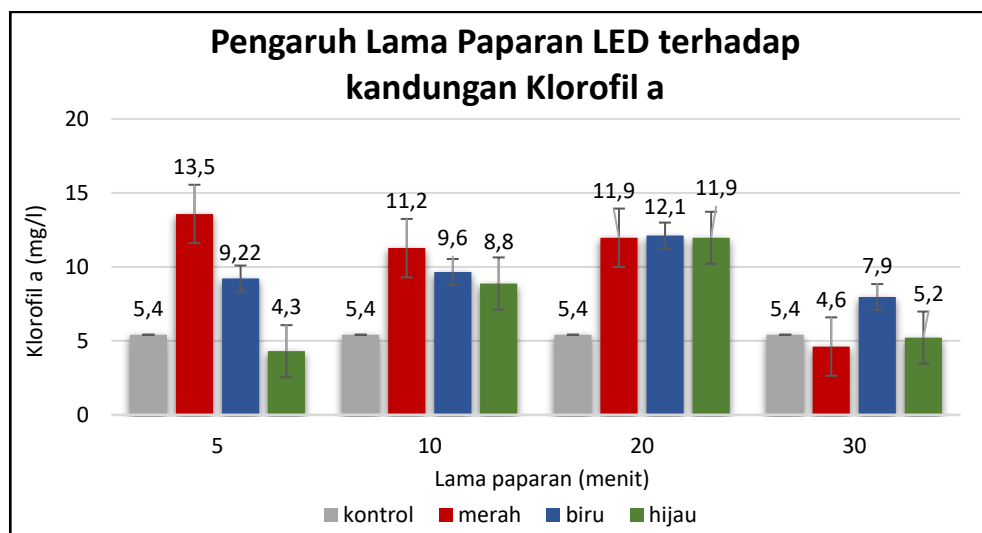
Tabel 4.10 Data Hasil Perhitungan Kandungan Klorofil a

Warna	Waktu (menit)	Klorofil a (mg/l)			Rata-rata
		1	2	3	
KONTROL	5	6,3	5,84	4,1	5,413 ± 1,160
	10	6,3	5,84	4,1	5,413 ± 1,160
	20	6,3	5,84	4,1	5,413 ± 1,160
	30	6,3	5,84	4,1	5,413 ± 1,160
MERAH	5	15,74	12,09	12,9	13,576 ± 1,916
	10	11,41	12,26	10,13	11,266 ± 1,072
	20	12,18	12,12	11,6	11,966 ± 0,318
	30	4,02	3,72	6,11	4,616 ± 1,301
BIRU	5	11,4	7,54	8,72	9,22 ± 1,977
	10	7,88	8,74	12,37	9,663 ± 2,383
	20	12,45	12,71	11,21	12,123 ± 0,801
	30	9,69	8,64	5,58	7,97 ± 2,135
HIJAU	5	4,09	5,52	3,3	4,303 ± 1,125
	10	8,4	10,49	7,75	8,88 ± 1,431
	20	10,52	13,53	11,84	11,963 ± 1,508
	30	5,58	5,67	4,41	5,22 ± 0,702

Berdasarkan data pada Tabel 4.10, terdapat perbedaan kandungan klorofil antara tanaman kontrol dan tanaman yang mendapatkan perlakuan paparan LED. Pada sampel kontrol, rata-rata kandungan klorofil a sebesar 5,413 mg/l. Pada perlakuan LED hijau, rata-rata klorofil a tertinggi diperoleh pada durasi paparan 20 menit, yaitu 11,963 mg/l. Perlakuan LED biru menunjukkan rata-rata klorofil a

tertinggi 12,123 mg/l pada durasi paparan yang sama, yakni 20 menit. Sementara itu, perlakuan LED merah menghasilkan kandungan klorofil terbesar dibandingkan kontrol maupun perlakuan LED hijau dan biru, yaitu 13,576 mg/l pada durasi paparan 5 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa LED merah memberikan pengaruh paling optimal terhadap peningkatan kandungan klorofil pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).

Berdasarkan data hasil pada tabel 4.10 dapat dibuat grafik Pengaruh LED terhadap Kandungan Klorofil Tanaman Stroberi (*fragaria x ananassa*) seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap kandungan klorofil a

Gambar 4.3 menunjukkan pengaruh paparan LED terhadap kandungan klorofil daun stroberi. Terlihat bahwa paparan LED merah menghasilkan rata-rata kandungan klorofil tertinggi jika dibandingkan dengan paparan LED hijau, LED biru, maupun perlakuan kontrol. Untuk mengetahui signifikansi pengaruh variasi

warna dan lama paparan LED terhadap kandungan klorofil, data dianalisis menggunakan Uji Faktorial. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Uji Faktorial Pengaruh Paparan LED terhadap kandungan klorofil

a

Tests of Between-Subjects Effects					
source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Warna	182.809	3	60.936	28.782	.000
Waktu	129.729	3	43.243	20.425	.000
Warna*Waktu	149.349	9	16.594	7.838	.000

Berdasarkan Tabel 4.11, hasil Uji Faktorial menunjukkan nilai signifikansi $< 0,05$, yang menandakan bahwa perlakuan warna LED dan lama paparan berpengaruh signifikan terhadap kandungan klorofil pada tanaman stroberi. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan Uji Duncan untuk menentukan kombinasi perlakuan warna LED dan lama paparan yang paling optimal dalam meningkatkan kandungan klorofil pada tanaman stroberi.

Tabel 4.12 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap kandungan klorofil a Daun Stroberi.

Klorofil a (mg/l)	warna	notasi
5.413	Kontrol	a
10.356	Merah	c
9.773	Biru	c
7.591	Hijau	b

Tabel 4.13 Data hasil Uji Duncan Pengaruh Lama Paparan LED terhadap kandungan klorofil a Daun Stroberi.

Klorofil a (mg/l)	waktu	notasi
8.128	5 Menit	b
8.835	10 Menit	b
10.366	20 Menit	c
5.805	30 Menit	a

Berdasarkan hasil Uji Duncan pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13, dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara tanaman kontrol dan tanaman yang mendapatkan perlakuan paparan LED. Analisis menunjukkan bahwa kombinasi warna LED merah dan biru memberikan pengaruh paling besar terhadap peningkatan kandungan klorofil a pada tanaman stroberi. Selain itu, lama paparan 20 menit merupakan durasi yang paling optimal untuk meningkatkan kandungan klorofil a, baik pada perlakuan LED merah maupun biru. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi warna dan waktu paparan tertentu dapat memaksimalkan efisiensi fotosintesis pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).

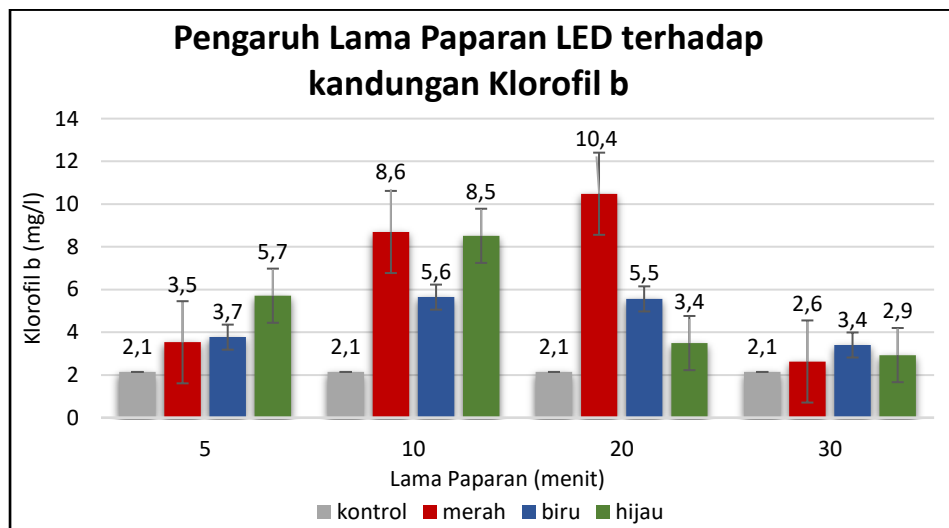
Tabel 4.14 Data Hasil Perhitungan Kandungan Klorofil b

Warna	Waktu (menit)	Klorofil b (mg/l)			Rata-rata
		1	2	3	
KONTROL	5	2,19	2,24	1,99	$2,14 \pm 0,132$
	10	2,19	2,24	1,99	$2,14 \pm 0,132$
	20	2,19	2,24	1,99	$2,14 \pm 0,132$
	30	2,19	2,24	1,99	$2,14 \pm 0,132$
MERAH	5	3,35	3,42	3,82	$3,53 \pm 0,253$
	10	8,45	8,87	8,76	$8,693 \pm 0,217$
	20	10,42	10,77	10,26	$10,483 \pm 0,260$
	30	2,62	2,45	2,82	$2,63 \pm 0,185$
BIRU	5	3,72	3,45	4,14	$3,77 \pm 0,347$
	10	5,74	5,48	5,71	$5,643 \pm 0,142$
	20	5,48	5,46	5,74	$5,56 \pm 0,156$
	30	3,37	3,48	3,36	$3,403 \pm 0,066$
HIJAU	5	5,45	5,91	5,77	$5,71 \pm 0,235$
	10	8,45	8,81	8,28	$8,513 \pm 0,270$
	20	3,45	3,65	3,38	$3,493 \pm 0,140$
	30	2,55	3,03	3,21	$2,93 \pm 0,341$

Berdasarkan data pada Tabel 4.14, terdapat perbedaan kandungan klorofil b antara tanaman kontrol dan tanaman yang mendapatkan perlakuan paparan LED. Pada sampel kontrol, rata-rata kandungan klorofil b sebesar 2,14 mg/l. Pada perlakuan LED hijau, rata-rata klorofil b tertinggi diperoleh pada durasi paparan 10 menit, yaitu 8,513 mg/l. Perlakuan LED biru menunjukkan rata-rata klorofil b

tertinggi 5,643 mg/l pada durasi yang sama. Sementara itu, perlakuan LED merah menghasilkan kandungan klorofil b terbesar dibandingkan kontrol maupun perlakuan LED hijau dan biru, yaitu 10,483 mg/l pada durasi paparan 20 menit.

Data hasil pengaruh paparan LED terhadap kandungan klorofil b ini kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4, untuk mempermudah interpretasi pengaruh warna dan lama paparan LED terhadap kandungan klorofil tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap kandungan klorofil b

Pada gambar 4.4 dapat diketahui bahwa paparan LED berpengaruh terhadap kandungan klorofil daun stroberi. Paparan LED merah menghasilkan rata-rata kandungan klorofil tertinggi dibandingkan dengan paparan LED hijau, biru dan perlakuan kontrol. Untuk menilai signifikansi pengaruh variasi warna dan lama paparan LED terhadap kandungan klorofil b, data dianalisis menggunakan Uji Faktorial. Hasil analisis tersebut disajikan pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Uji Faktorial Pengaruh Paparan LED terhadap kandungan klorofil

b

Tests of Between-Subjects Effects					
source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Warna	112.407	3	37.469	833.915	.000
Waktu	88.390	3	29.463	655.740	.000
Warna*Waktu	114.993	9	12.777	284.369	.000

Berdasarkan Tabel 4.15, hasil Uji Faktorial menunjukkan nilai signifikansi $<0,05$, yang menandakan bahwa perlakuan warna LED dan lama paparan berpengaruh signifikan terhadap kandungan klorofil b pada tanaman stroberi. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan Uji Duncan untuk menentukan kombinasi perlakuan warna LED dan lama paparan yang paling optimal dalam meningkatkan kandungan klorofil b pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).

Tabel 4.16 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap kandungan klorofil b Daun Stroberi.

Klorofil b (mg/l)	warna	notasi
2.140	Kontrol	a
6.334	Merah	d
4.594	Biru	b
5.161	Hijau	c

Tabel 4.17 Data hasil Uji Duncan Pengaruh Lama Paparan LED terhadap kandungan klorofil b Daun Stroberi.

Klorofil b (mg/l)	waktu	notasi
3.787	5 Menit	b
6.247	10 Menit	d
5.419	20 Menit	c
2.775	30 Menit	a

Berdasarkan hasil Uji Duncan pada Tabel 4.16 dan Tabel 4.17, dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara tanaman kontrol dan tanaman yang mendapatkan perlakuan paparan LED. Analisis menunjukkan bahwa LED merah merupakan warna cahaya yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kandungan klorofil b pada tanaman stroberi.

Selain itu, perlakuan lama paparan LED juga menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan kontrol. Untuk kandungan klorofil b, durasi penyinaran 10 menit terbukti paling efektif dalam meningkatkan kandungan klorofil dibandingkan perlakuan durasi lainnya. Hasil ini menegaskan bahwa kombinasi warna LED merah dengan lama paparan 10 menit merupakan perlakuan optimal untuk meningkatkan kandungan klorofil b pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*).

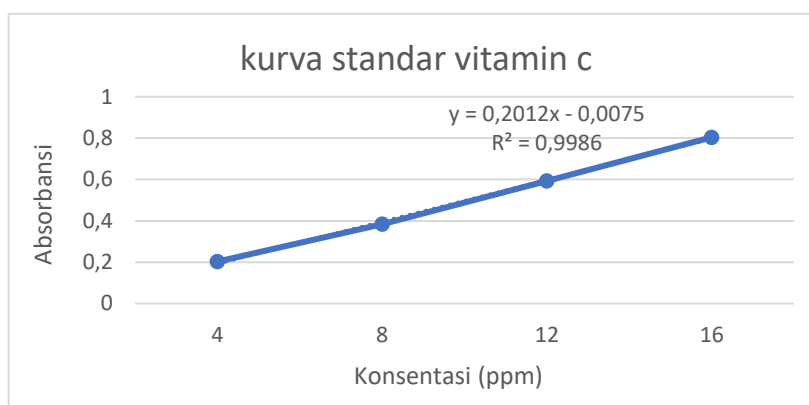
4.1.4 Pengaruh Paparan LED terhadap Kandungan Vitamin C Buah Stroberi

Sebelum dilakukan pengukuran kandungan Vitamin C pada buah stroberi, dilakukan penentuan nilai absorbansi terlebih dahulu. Pengukuran absorbansi dilakukan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) = 265 nm.

Selanjutnya, dilakukan pengujian blanko menggunakan larutan asam askorbat dengan variasi konsentrasi 4 ppm, 8 ppm, 12 ppm, dan 16 ppm. Data absorbansi dari larutan standar ini digunakan sebagai acuan untuk menghitung kandungan Vitamin C pada sampel stroberi.

Tabel 4.18 Nilai Konsentrasi dan Absorbansi Vitamin C

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
4	0,203
8	0,383
12	0,592
16	0,804



Gambar 4.5 Hasil regresi dari nilai konsentrasi dan absorbansi Vitamin C

Gambar 4.5 menunjukkan grafik dari hubungan antara nilai konsentrasi 4 ppm, 8 ppm, 12 ppm dan 16 ppm dengan absorbansi yang didapatkan hasilnya secara berturut-turut 0,203, 0,383, 0,592, 0,804. Pada panjang gelombang (λ) sebesar 265 nm. Didapatkan hasil regresi yaitu $y = 0,2012x - 0,0075$ dan $R^2 = 0,9986$.

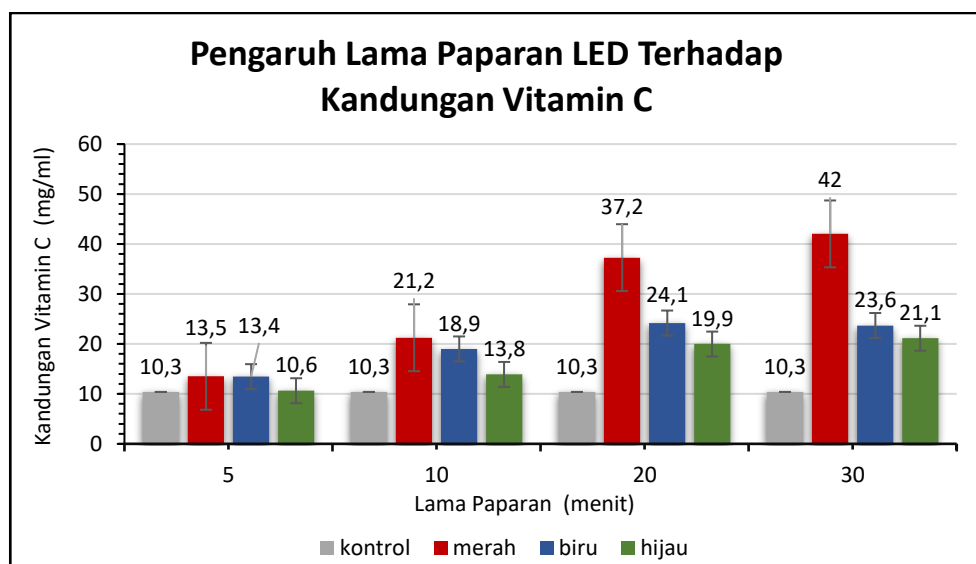
Pengambilan data Kandungan Vitamin C dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Berdasarkan pengamatan dan perhitungan rata-rata Kandungan Vitamin C pada buah stroberi (fragaria x ananassa) diperoleh data dalam bentuk tabel 4.19.

Tabel 4.19 Data Hasil Kandungan Vitamin C

warna	Waktu (menit)	Vitamin C (mg/ml)			Rata-rata
		1	2	3	
kontrol	5	11,095	10,251	9,803	10,383 ± 0,656
	10	11,095	10,251	9,803	10,383 ± 0,656
	20	11,095	10,251	9,803	10,383 ± 0,656
	30	11,095	10,251	9,803	10,383 ± 0,656
merah	5	12,139	14,773	13,630	13,514 ± 1,320
	10	21,831	19,793	22,08	21,235 ± 1,254
	20	37,686	37,338	36,791	37,272 ± 0,451
	30	42,606	40,917	42,557	42,027 ± 0,961
biru	5	13,928	12,587	13,829	13,448 ± 0,747
	10	17,656	19,396	19,942	18,998 ± 1,193
	20	25,062	23,272	24,217	24,184 ± 0,895
	30	23,372	26,602	21,086	23,687 ± 2,771
hijau	5	9,356	10,847	11,692	10,632 ± 1,182
	10	14,227	12,288	15,171	13,895 ± 1,469
	20	19,495	21,135	19,296	19,975 ± 1,009
	30	20,091	22,427	20,887	21,135 ± 1,187

Data Tabel 4.19, terdapat perbedaan signifikan kandungan Vitamin C pada buah stroberi antara sampel kontrol dan sampel yang mendapatkan perlakuan paparan LED. Pada tanaman kontrol, rata-rata kandungan Vitamin C sebesar 10,383 mg/ml. Sampel yang diberi perlakuan LED hijau menunjukkan rata-rata kandungan Vitamin C tertinggi 21,135 mg/ml pada paparan 30 menit. Sampel yang diberi perlakuan LED biru menunjukkan rata-rata tertinggi 24,184 mg/ml pada paparan 20 menit. Perlakuan LED merah menghasilkan kandungan Vitamin C tertinggi dibandingkan LED biru dan hijau, yaitu 42,027 mg/ml pada paparan 30 menit.

Gambar 4.6 menunjukkan pengaruh paparan LED terhadap Kandungan Vitamin C Buah Stroberi yang diberikan paparan selama 5 menit, 10 menit, 20 menit dan 30 menit pada perlakuan LED warna Merah, Biru dan Hijau. Grafik yang terlihat pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa tanaman yang menerima perlakuan LED mendapatkan hasil Kandungan Vitamin C yang lebih besar jika dibandingkan dengan kelompok kontrol.



Gambar 4.6 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap Kandungan Vitamin C

Kandungan Vitamin C maksimum pada buah stroberi diperoleh pada perlakuan LED merah dengan lama paparan 30 menit, yaitu 42,027 mg/ml, sedangkan kelompok kontrol memiliki kandungan Vitamin C yang lebih rendah, sekitar 10,383 mg/ml. Untuk menilai signifikansi pengaruh paparan LED dengan variasi warna dan lama paparan terhadap kandungan Vitamin C, data dianalisis menggunakan Uji Faktorial. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Hasil Uji Faktorial Pengaruh Paparan LED terhadap Kandungan Vitamin C

Tests of Between-Subjects Effects					
source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Warna	2070.083	3	690.028	488.024	.000
Waktu	1212.468	3	404.156	285.840	.000
Warna*waktu	848.621	9	94.291	66.688	.000

Berdasarkan Tabel 4.20, hasil Uji Faktorial menunjukkan nilai signifikansi $<0,05$, yang menandakan bahwa perlakuan warna LED dan lama paparan berpengaruh signifikan terhadap kandungan Vitamin C pada buah stroberi. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan Uji Duncan untuk menentukan kombinasi perlakuan warna LED dan lama paparan yang paling optimal dalam meningkatkan kandungan Vitamin C pada buah stroberi (*Fragaria x ananassa*).

Tabel 4.21 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap Kandungan Vitamin C Buah Stroberi.

Klorofil b (mg/l)	warna	notasi
10.383	Kontrol	a
28.511	Merah	d
20.079	Biru	c
16.409	Hijau	b

Tabel 4.22 Data hasil Uji Duncan Pengaruh Lama Paparan LED terhadap kandungan Vitamin C Buah Stroberi.

Klorofil b (mg/l)	waktu	notasi
11.994	5 Menit	a
16.127	10 Menit	b
22.953	20 Menit	c
24.307	30 Menit	d

Berdasarkan hasil Uji Duncan pada Tabel 4.21 dan Tabel 4.22, dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara tanaman kontrol dan tanaman yang mendapatkan paparan LED. Analisis menunjukkan bahwa LED merah merupakan warna cahaya yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kandungan Vitamin C pada buah stroberi.

Selain itu, lama paparan 30 menit terbukti paling efektif dalam meningkatkan kandungan Vitamin C dibandingkan variasi waktu lainnya. Dengan demikian, kombinasi LED merah dan lama paparan 30 menit merupakan perlakuan

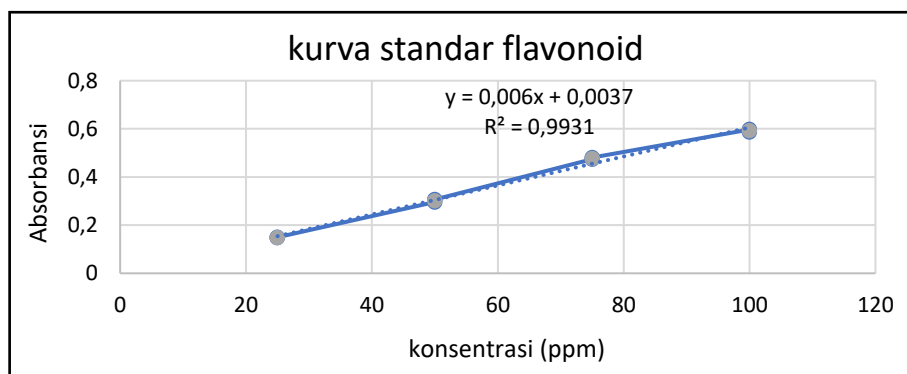
optimal untuk memperoleh kandungan Vitamin C tertinggi pada buah stroberi (*Fragaria x ananassa*).

4.1.5 Pengaruh Paparan LED terhadap Kandungan Flavonoid Buah Stroberi

Sebelum dilakukan pengukuran kandungan flavonoid pada buah stroberi, dilakukan penentuan nilai absorbansi terlebih dahulu. Pengukuran absorbansi dilakukan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) = 420 nm. Selanjutnya, dilakukan pengujian blanko menggunakan larutan standar asam askorbat dengan variasi konsentrasi 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, dan 100 ppm. Data absorbansi dari larutan standar ini digunakan sebagai acuan untuk menghitung kandungan flavonoid pada sampel buah stroberi.

Tabel 4.23 Nilai Konsentrasi dan Absorbansi Flavonoid

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
25	0,148
50	0,301
75	0,477
100	0,592



Gambar 4.7 Hasil regresi dari nilai konsentrasi dan absorbansi Flavonoid

Gambar 4.7 menunjukkan grafik hubungan antara konsentrasi larutan standar flavonoid 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, dan 100 ppm dengan nilai absorbansi yang diperoleh secara berturut-turut 0,592; 0,477; 0,301; dan 0,148 pada panjang gelombang $\lambda = 420$ nm. Dari data tersebut diperoleh persamaan regresi $y = 0,006x - 0,0037$ dengan nilai $R^2 = 0,9931$, yang digunakan sebagai acuan dalam menghitung kandungan flavonoid pada sampel buah stroberi. Pengambilan data kandungan flavonoid dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Berdasarkan pengamatan dan perhitungan rata-rata, kandungan flavonoid pada buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) diperoleh dan disajikan dalam Tabel 4.24.

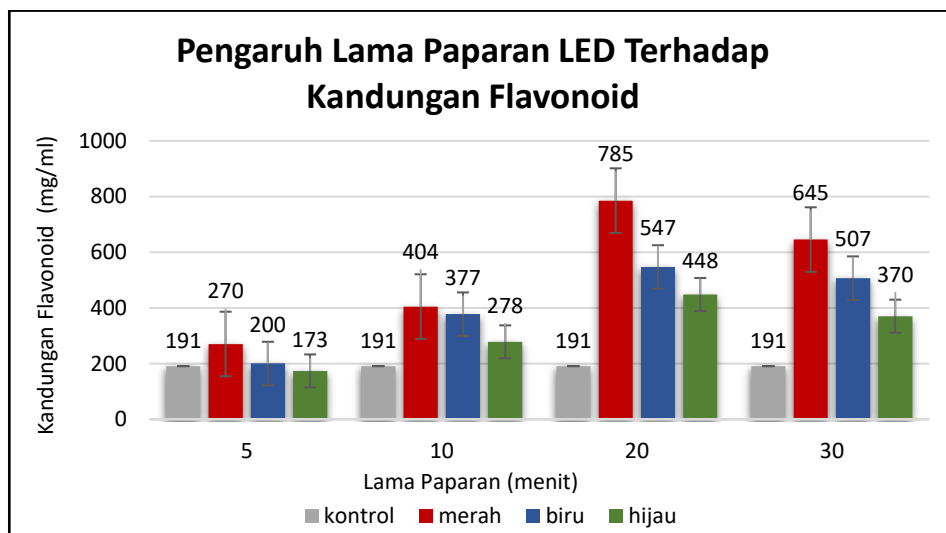
Tabel 4.24 Data Hasil Kandungan Flavonoid

warna	Waktu (menit)	Flavonoid (mg/l)			Rata-rata
		1	2	3	
kontrol	5	174,383	186,05	212,716	191,05 ± 19,649
	10	174,383	186,05	212,716	191,05 ± 19,649
	20	174,383	186,05	212,716	191,05 ± 19,649
	30	174,383	186,05	212,716	191,05 ± 19,649
merah	5	246,05	281,05	284,383	270,494 ± 21,235
	10	454,383	352,716	407,716	404,938 ± 50,890
	20	787,716	757,716	811,05	785,494 ± 26,736
	30	589,383	701,05	646,05	645,494 ± 55,835
biru	5	211,05	176,05	214,383	200,494 ± 21,235
	10	412,716	367,716	352,716	377,716 ± 31,224
	20	576,05	539,383	526,05	547,161 ± 25,891
	30	467,716	541,05	512,716	507,161 ± 36,981
hijau	5	146,05	174,383	201,05	173,827 ± 27,504
	10	256,05	302,716	276,05	278,272 ± 23,412
	20	481,05	417,716	446,05	448,272 ± 31,725
	30	344,383	407,716	359,383	370,494 ± 33,096

Berdasarkan Tabel 4.24, terdapat perbedaan kandungan flavonoid pada buah stroberi antara sampel kontrol dan tanaman yang diberikan perlakuan paparan LED dengan variasi warna dan waktu. Pada tanaman kontrol, rata-rata kandungan flavonoid adalah 191,05 mg/ml. Sampel yang diberi perlakuan LED hijau memiliki kandungan flavonoid tertinggi 448,272 mg/ml pada paparan 20 menit. Sampel

dengan LED biru menunjukkan kandungan flavonoid tertinggi 547,161 mg/ml pada paparan 20 menit. Sedangkan perlakuan LED merah menghasilkan kandungan flavonoid tertinggi 785,494 mg/ml pada paparan 20 menit, lebih tinggi dibandingkan LED biru dan hijau.

Gambar 4.8 menampilkan grafik pengaruh paparan LED terhadap kandungan flavonoid buah stroberi. Grafik menunjukkan bahwa tanaman yang menerima perlakuan LED mengalami peningkatan kandungan flavonoid dibandingkan dengan kelompok kontrol.



Gambar 4.8 Grafik Pengaruh paparan LED terhadap Kandungan Flavonoid

Kandungan flavonoid pada buah stroberi mencapai nilai optimum pada paparan LED merah selama 20 menit, yaitu 785,494 mg/ml, sedangkan kelompok kontrol memiliki kandungan flavonoid yang lebih rendah, sekitar 191,05 mg/ml. Untuk menilai signifikansi pengaruh paparan LED dengan variasi warna dan waktu terhadap kandungan flavonoid, data dianalisis menggunakan Uji Faktorial. Hasil

Uji Faktorial disajikan pada Tabel 4.25, yang menunjukkan pengaruh perlakuan LED secara signifikan terhadap kandungan flavonoid buah stroberi.

Tabel 4.25 Hasil Uji Faktorial Pengaruh Paparan LED terhadap Kandungan Flavonoid

Tests of Between-Subjects Effects					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Warna	724854.271	3	241618.090	252.869	.000
Waktu	568844.619	3	189614.873	198.444	.000
Warna*Waktu	261597.157	9	29066.351	30.420	.000

Berdasarkan Tabel 4.25, hasil Uji Faktorial menunjukkan nilai signifikansi $<0,05$, yang berarti perlakuan warna LED dan lama paparan berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan flavonoid pada buah stroberi. Selanjutnya, analisis dilanjutkan dengan Uji Duncan untuk menentukan perlakuan warna LED dan lama paparan yang paling optimal.

Tabel 4.26 Data hasil Uji Duncan Pengaruh warna LED terhadap Kandungan Flavonoid Buah Stroberi.

Flavonoid (mg/ml)	warna	notasi
191.049	Kontrol	a
526.609	Merah	d
408.133	Biru	c
317.716	Hijau	b

Tabel 4.27 Data hasil Uji Duncan Pengaruh Lama Paparan LED terhadap kandungan Flavonoid Buah Stroberi.

Flavonoid (mg/ml)	waktu	notasi
208.966	5 Menit	a
312.994	10 Menit	b
492.994	20 Menit	d
428.549	30 Menit	c

Berdasarkan hasil Uji Duncan pada Tabel 4.26 dan 4.27, dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara tanaman kontrol dan tanaman yang mendapatkan paparan LED. Dari hasil Uji Duncan, diketahui bahwa warna LED yang paling berpengaruh terhadap kandungan flavonoid buah stroberi adalah LED merah, dengan lama paparan 20 menit sebagai kondisi paling optimal untuk meningkatkan kandungan flavonoid.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan analisis grafik, pengaruh paparan LED terhadap kandungan Vitamin C dan ketahanan terhadap patogen *Xanthomonas fragariae* pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) menunjukkan hasil yang signifikan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), kandungan klorofil (mg/l), kandungan vitamin C (mg/ml), dan kandungan flavonoid (mg/ml). Hasil analisis memperlihatkan bahwa tanaman stroberi yang dipapari LED merah menghasilkan rata-rata tertinggi pada semua parameter dibandingkan dengan tanaman kontrol yang tidak menerima perlakuan. Paparan LED merah selama 30 menit membuat tinggi tanaman naik sebesar 62% dari 7,43 cm menjadi 12,86 cm,

jumlah daun meningkat sebesar 150% dari 6 helai menjadi 15 helai pada LED merah dengan paparan 30 menit, kandungan klorofil a meningkat sebesar 150% dari 5,413 mg/l menjadi 13,576 mg/l pada LED merah dengan paparan 5 menit, kandungan klorofil b meningkat sebesar 389% dari 2,14 mg/l menjadi 10,483 mg/l pada LED merah dengan paparan 20 menit, kandungan vitamin C meningkat sebesar 304% dari 10,383 mg/ml menjadi 42,027 mg/ml pada LED merah dengan paparan 30 menit, dan kandungan flavonoid juga menunjukkan peningkatan sebesar 311% dari 191,05 mg/ml menjadi 785,494 pada LED merah dengan paparan 20 menit. Perlakuan dengan warna lampu yang berbeda memengaruhi pertumbuhan tanaman karena setiap warna cahaya berada pada rentang panjang gelombang yang diperlukan untuk aktivitas fisiologis tanaman, yaitu cahaya merah (600–700 nm), biru (400–500 nm), dan hijau (500–600 nm). Menurut Zulfiana dkk. (2020), semakin banyak cahaya yang diserap oleh tanaman, semakin besar energi yang tersedia untuk proses fotosintesis. Temuan ini sejalan dengan penelitian Kwon et al. (2018), yang menunjukkan bahwa paparan cahaya merah dapat meningkatkan kandungan klorofil dan vitamin C pada sayuran, sekaligus memperkuat ketahanan tanaman terhadap patogen.

Tinggi tanaman stroberi yang dipengaruhi oleh paparan cahaya LED, terutama LED merah, dapat dijelaskan melalui peningkatan efisiensi fotosintesis. Cahaya merah, dengan panjang gelombang sekitar 600-700 nm, adalah panjang gelombang yang paling efektif untuk penyerapan oleh klorofil. Ketika tanaman menerima cahaya merah, proses fotosintesis meningkat, yang menghasilkan lebih banyak energi untuk pertumbuhan sel (Wang et al., 2016). Energi ini digunakan

untuk sintesis senyawa organik yang diperlukan untuk pertumbuhan, seperti karbohidrat, yang berkontribusi pada peningkatan tinggi tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan LED khususnya warna merah, memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*). Tanaman yang mendapatkan perlakuan LED merah menunjukkan pertumbuhan paling optimal, dengan rata-rata tinggi mencapai 12,86 cm pada paparan 30 menit. Mekanisme ini dapat dijelaskan melalui kemampuan klorofil dalam menangkap cahaya merah, yang mendorong proses fotosintesis dan menghasilkan energi yang diperlukan untuk pertumbuhan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Naomi et al. (2018), yang menunjukkan bahwa tanaman yang menerima penyinaran cahaya merah mengalami peningkatan tinggi tanaman lebih signifikan dibandingkan dengan tanaman yang disinari cahaya biru atau hijau.

Peningkatan jumlah daun pada tanaman stroberi yang terpapar cahaya LED merah dapat dijelaskan oleh peran cahaya dalam merangsang pembentukan daun. Cahaya merah mendorong pembentukan klorofil yang lebih tinggi, yang berfungsi untuk meningkatkan laju fotosintesis. Daun yang lebih banyak berarti luas permukaan yang lebih besar untuk fotosintesis, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan tanaman secara keseluruhan (Hartiwi, 2009).

Data menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman stroberi juga meningkat dengan perlakuan LED merah, mencapai rata-rata 15 helai. Tanaman yang terpapar cahaya merah cenderung menghasilkan lebih banyak daun dibandingkan dengan yang terpapar cahaya biru atau hijau, yang kurang efektif dalam mendorong pembentukan daun. Penelitian oleh Hartiwi (2009) menyatakan bahwa cahaya

merah mendorong pembentukan daun, karena spektrum ini lebih efektif dalam proses fotosintesis. Dengan meningkatnya jumlah daun, luas permukaan fotosintesis ikut bertambah, sehingga lebih banyak energi dapat dihasilkan. Sebaliknya, cahaya biru dan hijau juga berkontribusi terhadap pertumbuhan jumlah daun, tetapi tidak seefektif cahaya merah. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh fakta bahwa cahaya biru, meskipun memiliki peran penting dalam proses fotosintesis, juga diserap oleh pigmen karotenoid yang terdapat di dalam sel-sel tanaman. Penyerapan cahaya biru oleh karotenoid dapat mengurangi efisiensi fotosintesis, karena cahaya yang seharusnya digunakan untuk proses konversi energi menjadi terhambat, sehingga mengurangi jumlah energi yang tersedia untuk sintesis glukosa dan pertumbuhan tanaman (Taiz, 2010).

Cahaya memiliki peran penting dalam proses fotosintesis. Pemberian penyinaran dengan durasi yang tepat dapat meningkatkan laju fotosintesis, karena energi yang dibutuhkan untuk proses ini tercukupi. Dengan meningkatnya laju fotosintesis, energi yang tersedia untuk sintesis klorofil juga bertambah, sehingga produksi klorofil meningkat (Primadani dan Maghfoer, 2018). Semakin banyak cahaya yang diserap oleh tanaman, semakin besar pula energi kimia yang dihasilkan.

Kandungan klorofil a dan b yang meningkat pada tanaman yang terpapar cahaya LED merah, dapat dijelaskan melalui proses biosintesis yang dipicu oleh cahaya tersebut. Cahaya merah meningkatkan aktivitas enzim yang terlibat dalam sintesis klorofil, sehingga menghasilkan lebih banyak klorofil dalam daun. Temuan ini sejalan dengan penelitian Lindawati et al. (2014), yang menyatakan bahwa paparan cahaya merah secara signifikan dapat meningkatkan kadar klorofil.

Peningkatan klorofil memungkinkan tanaman melakukan fotosintesis dengan lebih efisien, sehingga energi yang dihasilkan untuk mendukung pertumbuhan juga meningkat.

Kandungan klorofil a dan b menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada tanaman yang terpapar cahaya merah. Rata-rata kandungan klorofil a mencapai 13,576 mg/l pada paparan 5 menit dan klorofil b 10,483 mg/l pada paparan 20 menit. Proses ini terjadi karena cahaya merah meningkatkan aktivitas enzim yang terlibat dalam biosintesis klorofil. Sebaliknya, paparan LED biru dan hijau menghasilkan kandungan klorofil yang lebih rendah meskipun tetap lebih tinggi dibandingkan kontrol, hal ini menunjukkan bahwa meskipun cahaya biru memiliki potensi untuk meningkatkan fotosintesis, efek sinergis dari cahaya merah lebih dominan dalam meningkatkan sintesis klorofil. Paparan cahaya yang terlalu lama dapat menyebabkan kelelahan pada proses fotosintesis. Tanaman mungkin tidak dapat memanfaatkan semua energi yang diterima, sehingga dapat mengganggu keseimbangan metabolisme.

Kesadaran konsumen akan pentingnya vitamin C menjadikannya sebagai salah satu indikator kualitas buah. Vitamin C, atau asam askorbat, berperan penting dalam berbagai proses biologis, namun bersifat mudah teroksidasi, terutama ketika terpapar panas, cahaya, atau suhu tinggi (Sudiarta, 2021; Faralia, 2012). Sumber vitamin C banyak terdapat pada bahan nabati, terutama buah-buahan bersifat masam seperti kiwi, belimbing, stroberi, lemon, dan apel (Murtie, 2014).

Kandungan vitamin C dalam buah stroberi juga mengalami peningkatan yang signifikan dengan paparan LED merah, mencapai 42,027 mg/ml pada paparan

30 menit. Vitamin C, atau asam askorbat, merupakan antioksidan penting yang berperan dalam melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Carr & Maggini, 2017). Penelitian oleh Lee et al. (2021) menunjukkan bahwa peningkatan kadar vitamin C dapat dipicu oleh paparan cahaya, terutama cahaya merah yang meningkatkan proses biosintesis asam askorbat. Peningkatan ini dapat dijelaskan dengan proses fotosintesis yang lebih efisien, yang pada gilirannya menghasilkan lebih banyak energi dan metabolit sekunder, termasuk vitamin C. Selain itu, cahaya merah juga dapat mempengaruhi jalur metabolik yang terlibat dalam produksi senyawa antioksidan (Murtie, 2014).

Kandungan flavonoid pada buah stroberi juga menunjukkan peningkatan signifikan, terutama pada paparan LED merah, yang mencapai 785,494 mg/ml pada paparan 20 menit. Triastuti (2022), menyatakan bahwa paparan cahaya yang berlebihan dapat menyebabkan stres pada tanaman dan mempengaruhi kualitas nutrisi.

Flavonoid berfungsi sebagai antioksidan dan memiliki banyak manfaat kesehatan (Wang et al., 2020). Penelitian oleh Cseke et al. (2006) mengindikasikan bahwa cahaya dapat merangsang biosintesis flavonoid, yang berfungsi melindungi tanaman dari kerusakan akibat radikal bebas. Cahaya merah, dengan panjang gelombangnya, terbukti lebih efektif dalam memicu sintesis flavonoid dibandingkan dengan warna lain, menunjukkan bahwa pemanfaatan LED merah dalam budidaya stroberi dapat meningkatkan kadar flavonoid, yang berpotensi meningkatkan nilai gizi dan kesehatan buah.

Penelitian ini menunjukkan bahwa LED merah merupakan warna lampu yang paling efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*). Meskipun cahaya biru juga diserap oleh pigmen klorofil untuk fotosintesis, efektivitasnya lebih rendah dibanding cahaya merah karena sebagian energi cahaya biru diserap oleh pigmen lain seperti karotenoid. Selain itu, lama paparan LED turut memengaruhi pertumbuhan tanaman; semakin lama paparan, semakin banyak cahaya yang tersedia bagi tanaman untuk menjalankan proses fotosintesis secara optimal.

4.3 Integrasi Al-Qur'an

Allah SWT menciptakan tumbuhan dalam berbagai bentuk dan jenis, salah satunya adalah buah-buahan. Mengonsumsi buah-buahan memberikan banyak manfaat, termasuk sebagai sumber vitamin yang penting bagi kesehatan tubuh. Salah satu buah yang bermanfaat tersebut adalah stroberi. Selain itu, cahaya matahari memiliki peran penting dalam proses fotosintesis tanaman, yang sangat bermanfaat bagi kehidupan makhluk hidup, sebagaimana dijelaskan dalam Q.S. Yunus ayat 5:

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسُ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ

اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ﴿٥﴾

Artinya: “Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya. Dialah pula yang menetapkan tempat-tempat orbitnya agar kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu, kecuali dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesarannya) kepada kaum yang mengetahui”.

Dalam tafsir tahlili menerangkan bahwa Allah SWT yang menciptakan dan mengatur alam semesta. Matahari bersinar dengan cahayanya sendiri, sementara bulan memantulkan cahaya dari matahari. Allah mengatur peredaran keduanya secara teratur, sehingga tercipta keseimbangan waktu siang dan malam. Ketetapan-Nya mencakup seluruh hukum alam yang berjalan sesuai dengan perintah-Nya. Allah mengetahui seluruh ciptaan-Nya, baik yang tampak maupun yang tersembunyi, serta mengetahui semua perbuatan manusia. Ayat ini menjadi pengingat bahwa alam semesta tidak berjalan secara kebetulan, melainkan berdasarkan perencanaan dan ilmu Allah yang sempurna.

Cahaya matahari yang mengenai bumi memiliki banyak manfaat, salah satunya dalam proses fotosintesis. Akan tetapi, cahaya matahari yang dipancarkan tidak semuanya dapat diterima oleh tumbuhan. Pada penelitian ini, memanfaatkan LED sebagai cahaya tambahan yang digunakan untuk membantu tanaman memproduksi vitamin c dan flavonoid lebih tinggi. Penjelasan tentang cahaya juga ada dalam Al-Qur'an. Dalam Al-Qur'an juga dijelaskan tentang manfaat penciptaan cahaya untuk membantu aktivitas makhluk hidup. Seperti firman Allah SWT dalam Q.S An-Nur ayat 35.

اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ ۚ مِثْلُ نُورِهِ ۖ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۚ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ

الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا

يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ ۚ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ ۚ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ

الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٣٥﴾

Artinya : “ Allah (pemberi) cahaya (pada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya-Nya seperti sebuah lubang (pada dinding) yang tidak tembus yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam tabung kaca (dan) tabung kaca itu bagaikan bintang (yang berkilauan seperti) mutiara, 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 menuju cahaya-Nya kepada orang yang Dia kehendaki. Allah membuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia. Allah Maha Mengetahui segala sesuatu”.

Dalam tafsir tahlili menerangkan bahwa Allah SWT adalah sumber cahaya bagi langit, bumi, dan segala isinya. Dengan cahaya-Nya, segala sesuatu berfungsi secara teratur, mirip dengan seseorang yang berjalan di malam hari dengan lampu yang terang, sehingga aman dalam perjalanannya. Sebaliknya, orang yang tidak memiliki cahaya akan kesulitan dan berisiko tersesat. Cahaya yang diberikan Allah bukan sembarangan. ia bersifat istimewa, menerangi baik dunia fisik maupun batin. Allah SWT memberi perumpamaan cahaya-Nya dengan lampu yang bersinar terang, yang diletakkan di tempat strategis untuk memaksimalkan cahaya. Minyak lampu yang digunakan berasal dari buah zaitun berkualitas tinggi, yang tumbuh di tempat yang mendapatkan sinar matahari optimal. Perumpamaan ini menunjukkan bahwa cahaya Allah sangat berbeda dan lebih kuat dibandingkan dengan cahaya lampu biasa.

Dari penjelasan ayat tersebut, manusia telah mengambil inspirasi untuk menciptakan teknologi cahaya, salah satunya berupa lampu LED, yang dapat digunakan untuk berbagai kepentingan, termasuk dalam budidaya tanaman. Meskipun cahaya LED tidak sepenuhnya menyerupai sinar matahari, LED dapat membantu proses fotosintesis pada tanaman. Hal ini memungkinkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih optimal dan berpotensi meningkatkan hasil panen. Oleh karena itu, penggunaan LED pada tanaman sangat cocok diterapkan di daerah yang

mengalami kekurangan cahaya matahari, atau sebagai penunjang pertumbuhan tanaman pada malam hari. Hal ini sama seperti fiman Allah SWT dalam Q.S Al-Mulk ayat 15.

هُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ ذُلُولًا فَامْشُوا فِي مَنَاكِبِهَا وَكُلُوا مِن رِّزْقِهِ ۚ وَإِلَيْهِ النُّشُورُ ﴿١٥﴾

Artinya : “Dialah yang menjadikan bumi untuk kamu dalam keadaan mudah dimanfaatkan. Maka, jelajahilah segala penjurunya dan makanlah sebagian dari rezeki-Nya. Hanya kepada-Nya kamu (kembali setelah) dibangkitkan”.

Dalam tafsir Tahlili, dijelaskan bahwa anugerah Allah SWT sangat melimpah bagi manusia. Allah menciptakan bumi dan memudahkan manusia untuk memanfaatkan segala yang ada di dalamnya. Bentuk bumi yang bundar dan berputar menghasilkan siklus siang dan malam, sehingga manusia dapat bekerja di siang hari dan beristirahat di malam hari.

Allah SWT juga menyediakan sumber-sumber air yang mengalir untuk memenuhi kebutuhan minum, irigasi pertanian, dan kebersihan, serta menciptakan lanskap yang indah, seperti bukit dan lembah, yang tidak hanya menyejukkan tetapi juga memberi keindahan bagi pandangan. Semua nikmat ini menunjukkan betapa besar karunia Allah, dan jika salah satu nikmat—misalnya udara—ditarik, manusia akan merasakan kesulitan yang luar biasa.

Dalam konteks ini, Allah memerintahkan manusia untuk berusaha dan mengolah alam demi mendapatkan rezeki yang halal, yang merupakan bagian dari ibadah. Ketidakaktifan atau kemalasan bertentangan dengan perintah-Nya. Nabi Muhammad SAW mengajarkan bahwa orang yang benar-benar bertawakal kepada Allah sambil berusaha akan diberikan rezeki, sebagaimana burung yang pergi mencari makan di pagi hari dan kembali dengan perut penuh di sore hari.

Mencari rezeki yang halal merupakan kewajiban setiap Muslim dan sangat dicintai oleh Allah. Pada akhirnya, semua makhluk akan kembali kepada-Nya, dan pada hari kiamat, setiap perbuatan manusia akan ditimbang. Oleh karena itu, penting bagi setiap Muslim untuk senantiasa berusaha melakukan amal baik, memperbanyak ibadah, dan menjauhi perbuatan yang dilarang, agar dapat meraih keridhaan Allah dan menghindari azab-Nya

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang pengaruh paparan LED terhadap kandungan vitamin C dan ketahanan terhadap patogen *Xanthomonas fragariae* pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*), diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Warna LED berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman stroberi. Tanaman yang diberi paparan LED merah menunjukkan pertumbuhan paling optimal dibandingkan dengan sampel kontrol dan perlakuan LED biru maupun hijau, dengan rata-rata tinggi tanaman sebesar 12,86 cm dan jumlah daun sebanyak 15 helai.
2. Lama paparan LED juga memengaruhi pertumbuhan tanaman. Paparan LED selama 30 menit menghasilkan tinggi tanaman terbesar, sedangkan jumlah daun terbanyak juga diperoleh pada paparan selama 30 menit, yaitu 15 helai.
3. Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa Klorofil a tertinggi diperoleh pada perlakuan LED merah dengan lama paparan 5 menit, yaitu 13,75 mg/l. Klorofil b tertinggi diperoleh pada LED merah dengan lama paparan 20 menit, yaitu 10,45 mg/l. Kandungan vitamin C tertinggi dicapai pada LED merah dengan lama paparan 30 menit, yaitu 42,02 mg/ml. Kandungan flavonoid tertinggi diperoleh pada LED merah dengan lama paparan 20 menit, yaitu 785,49 mg/ml.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memberikan intensitas cahaya dengan variasi yang berbeda dan warna LED yang berbeda agar didapatkan hasil yang lebih maksimal.
2. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memberikan variasi lama paparan yang berbeda agar dapat mengetahui durasi penyinaran paling efektif bagi pertumbuhan tanaman dan kandungan nutrisi.
3. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan penelitian pada jenis tumbuhan yang berbeda untuk mengetahui pengaruh paparan LED terhadap pertumbuhan dan kandungan bioaktif pada berbagai jenis tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifah, R. U., dkk. (2019). Kandungan Klorofil dan Fukosantin serta Pertumbuhan *Skeletonema costatum* pada Pemberian Spektrum Cahaya Yang Berbeda. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol. 8(1): 25-32.
- Astuti, S. D., Zainuddin, M., & Maclean, G. (2011). Potensi Blue Light Emitting Diode (LED) untuk Fotoinaktivasi Bakteri *Staphylococcus aureus* dengan Porfirin Endogen (The Potency of Blue Light Emitting Diode (LED) for Photoinactivation of *Staphylococcus aureus* Bacteria with Endogeneous Porphyrin). 13(3), 155–163.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). "Statistik Produksi Pertanian."
- Budiyanto, A.K. (2004). *Dasar- Dasar Ilmu Gizi*. Edisi III. Malang: UMM- Press. Halaman 106-107.
- Campbell, N. A. and J. B. Reece. (2008). *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1* Terjemahan oleh Wulandari, D. T. 2010 Jakarta: Erlangga.
- Carr, A. C., & Maggini, S. (2017). "Vitamin C and Immune Function." *Nutrients*, 9(11), 1211.
- Cseke, L. J., et al. (2006). "Flavonoids and Their Role in Plant Defense." *Journal of Environmental Horticulture*, 24(3), 165-174.
- Dwijoseputro. (1990). *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta Gramedia Pustaka Utama.
- Eppo. (2007). *Xanthomonas oryzae*. European and Mediterranean plant-Protection Organization, 543-553.
- Fan, X. X., dkk. (2013). Effects of different light quality on growth, chlorophyll concentration and chlorophyll biosynthesis precursors of non-heading Chinese cabbage (*Brassica campestris* L.). *Acta Physiologiae Plantarum*. Vol. 35: 2721-2726.
- Francesca Giampieri D.Sc, et al., (2012). The strawberry : Composition, nutritional quality and impact on human health.
- Giampeiri, F., S. Talupi, J.M.Alvarez S., J.L. Quiles., Bruno, M., and Maurizio,B.(2012). The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health.(28): 9-19
- Goulart, A. C., & de Oliveira, J. F. (2018). "Environmental impacts of pesticides: A review." *Environmental Science and Pollution Research*, 25(6), 5677-5691.

- Hanif, Z. Dan T.D. Jayanti. 2015. Karakterisasi Plasma Nutfah Stroberi (*Fragaria x ananassa* (Duchesne ex Weston) Di Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika dengan Deskriptor Stroberi Upov. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas. 4 (3) : 274-279.
- Hannum, S.M. (2004). Potential impact of strawberries on human health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 44:1-17.
- Harianingsih. (2010). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kepiting Menjadi Kitosan Sebagai Bahan Pelapis (Coater) Pada Buah Stroberi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hartiwi, S. (2009). "Pengaruh Lampu LED Terhadap Pertumbuhan Tanaman." *Jurnal Pertanian*, 8(2), 115-120.
- Held, G. (2009). Introduction to Light Emitting Diode Technology and Applications. London: Taylor&Francis Group.
- Ingrid, H. M., Santoso, H. (2015). Aktivitas antioksidan dan senyawa bioaktif dalam buah stroberi.
- Isnaini, V. A., Wirman, R. P. dan Wardhana, I. (2015). Karakteristik dan Efisiensi Lampu Light Emitting Diode (LED) sebagai Lampu Hemat Energi. Jambi: IAIN Sulthan Thaha Saifuddin.
- Jones, J. B., & Jones, J. P. (2001). "Diseases of strawberries." *Plant Disease Journal*, 85(2), 193-198.
- Kurmiawan, G. R., Rahima, P. dan Satria, C. (2020). „Perancangan Aplikasi Pemanfaatan Klorofil Bagi Kesehatan Sebagai Media Informasi Berbasis Android. Mataram: Universitas Bumigora.
- Lakitan, B. (2013). Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan Jakarta RajaGrafindo Persada.
- Lee, J., et al. (2021). "Effects of LED Light Quality on Vitamin C Content in Strawberry." *Horticultural Science*, 56(3), 337-343.
- Li, Y., et al. (2016). "The effects of LED lighting on the growth of strawberry plants." *Horticultural Science*, 51(3), 287-293.
- Lindawati, et al. (2014). "Pengaruh Cahaya Terhadap Kadar Klorofil." *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 5(2), 45-50.
- Lindawati, Nurcahyani, E. dan Zulkifli. (2014). Kandungan Klorofil Daun Planlet Tomat (*Lycopersicum esculentum* mill) Hasil Seleksi dengan Asam Salisilat Secara In Vitro. Lampung: Universitas Lampung.

- Lindawati, Y., S. Triyono dan D. Suhandy. (2015). Pengaruh Lama Penyinaran Kombinasi Lampu LED dan Lampu Neon terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) dengan Hidroponik Sistem Sumbu (Wick System). *Teknik Pertanian Lampung*, 4(3): 191-200.
- Mengxi, L., dkk. (2011). Effects of Different Spectral Lights on *Oncidium* PLBs Induction , Proliferation , and Plant Regeneration. Vol. 106: 1-10.
- Merdekawati, W. dan Susanto, A. B. (2009). Kandungan Dan Komposisi Pigmen Rumput Laut Serta Potensinya Untuk Kesehatan. *Squalen*. Vol. 4(2): 41-47.
- Naomi, A. dkk. (2018). Keefektifan Spektrum Cahaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau(*Vigna Radiata*). *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*. 4(2).
- Naomi, A., dkk. (2018). Keefektifan Spektrum Cahaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata*). *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*. Vol. 4(2): 93–102.
- Noer, Z. (2018). Karakterisasi dan Keragaman *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Penyebab Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Padi di Sumatera Utara. Doctoral Dissertation (Agricultural Science).
- Olivya, R. R. dan P. Sari. (2016). Landasan Konseptual Perencanaan Dan Perancangan Hotel Resor Berbasis Agrowisata Stroberi Di Tawangmangu, Karanganyar. Thesis, UAJY. Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Pane, L. (2021). Gambaran Umum Bakteri *Xanthomonas*. PaneHutan.
- Pitriani, P. Dan D. Rahmatia. (2007). Bercocok Tanam Stroberi. Sinar Wadja Lestari, Jakarta.
- Pretty, J. (2018). "Sustainable intensification in agricultural systems." *Nature Sustainability*, 1(10), 766-773.
- Rahayuningsih, N., Nofianti, T. (2015) 'Efek Antihiperlipidemia Ekstrak Etanol Buah Strawberry (*fragraria x ananassa duchesne*) Pada Tikus Putih Dari Daerah Bandung', *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 13(1), pp. 1-8.
- Riyono, S. (2006). Beberapa Metode Pengukuran Klorofil Fitoplankton di Laut. *Jurnal Oseana*. Vol. 31(3): 33–44.
- Runkle, E. (2015). Light Wavebands & Their Effects on Plants. Michigan State University Extension Floriculture Team.

- Salsabila, A. Z. (2023). *KARAKTER BIOKIMIA EKOENZIM DARI KULIT PISANG KEPOK MANADO (Musa paradisiaca var. formatypica) MUDA dan DAYA HAMBATNYA PADA Fusarium sp. dan Xanthomonas campestris.*
- Soeleman, S dan D. Rahayu. (2013). Halaman Organik. Mengubah Taman Rumah Menjadi Taman Sayuran Organik Untuk Gaya Hidup Sehat. Jakarta PT AgroMedia Pustaka.
- Sukumalanandana, C. and E.W.M. Verheij. (1991). *Fragaria* × *ananassa* (Duchesne) In: E.W.M. Verheij and R.E. Coronel (Eds). *Plant Resources of South-East Asia No. 2: Edible Fruits and Nuts*. Pudoc. Wageningen.
- Sumarlan, S,H., dkk. (2018). Ekstraksi Senyawa Antioksidan Dari Buah Strawberry (*Fragaria* X *Ananassa*) dengan Menggunakan Metode Microwave Assisted Extraction (Kajian Waktu Ekstraksi dan Rasio Bahan dengan Pelarut). Vol.6 (1) : 40-51.
- Supriyanto, A., T. Purba dan M. Zuhran. (2016). Perbaikan Mutu Buah Jeruk Keprok Terigas Melalui Teknologi Pengelolaan Air Dan Pemupukan Di Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat. *Informatika Pertanian*. 25 (1) : 1-8.
- Syafriyudin and N.T. Ledhe. (2015). Analisis Pertumbuhan Tanaman Krisan pada Variabel Warna Cahaya Lampu LED. *Jurnal Teknologi*. p.8(1), p. 83–87.
- Syafriyudin, S. Priyambodo, S. Saudah, dan N. T. Ledhe. (2015). Pengaruh Variabel Warna Lampu LED Terhadap Pertumbuhan Tanaman Krisan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri "Sustainable Manufacturing"*.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology*. Sinauer Associates.
- Triastuti, L. (2022). Pengaruh pemaparan sinar led biru terhadap pertumbuhan bakteri *lysteria monocytogenes*, pH, organoleptik dan vitamin c pada jus apel.
- Triny SK, S. Y. (2011). *Penyakit Bakteri Padi dan Cara Pengendaliannya*. Bogor (ID): Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- Vastakaite, V. And A. Virsile. (2015). Light Emitting Diodes (LEDs) for Higher Nutritional Quality Of Brassicaceae Microgreens. *Research For Rural Development*, 1: 111-117.
- Vauterin, L. B. (1995). Reclasification of *Xanthomonas*. *International J. of Systematic Bacteriology*, 472 – 489
- Wang, H., et al. (2020). "Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Different Strawberry Varieties." *Food Chemistry*, 306, 125-135.

- Wang, Y., et al. (2016). "The Effects of Red and Blue Light on Growth and Development of Strawberry Plants." *Horticultural Science*, 51(1), 95-100.
- Wang, H., Cao, & R. L. Prior. (1997). Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *J Agric Food Chem*, 45(2): 304-309.
- Zulfiana, V., Kirom, M. R. dan Rosdiana, E. (2020). Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya LED (Light Emitting Diode) dengan Warna Merah , Biru , dan Putih di dalam Ruang. Vol. 7(1): 1147–1154.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1**DATA HASIL PENELITIAN****1. Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman (cm)**

Warna LED	Waktu pemaparan	Minggu ke-	Tinggi Tanaman (cm)			Rata*
			1	2	3	
	Kontrol	1	4.3	4.2	3.8	4.1
		2	4.5	4.4	4.2	4.36
		3	4.8	4.4	4.5	4.56
		4	5	4.5	5	4.83
		5	6.8	4.9	6.1	5.93
		6	7.2	5.8	6.8	6.6
		7	7.8	7.2	7.3	7.43
Merah	5 menit	1	3.8	4.2	3.6	3.86
		2	4.1	4.4	3.8	4.1
		3	4.5	5.6	5.5	5.2
		4	5.8	5.9	5.8	5.83
		5	6.1	6.5	6.7	6.43
		6	8.4	8.2	8.7	8.43
		7	12.2	12.5	12	12.23
	10 menit	1	3.9	3.8	4.1	3.93
		2	4.2	4.2	4.3	4.23
		3	4.6	4.7	4.4	4.56
		4	5.8	5.5	4.9	5.4
		5	6.7	6.9	5.8	6.46
		6	8.9	8.2	6.5	7.86
		7	12.4	12.6	12.5	12.5
	20 menit	1	4.2	4	4.1	4.1
		2	4.4	4.3	4.2	4.3
		3	4.8	4.5	4.5	4.6
		4	6.8	7.1	6.6	6.83
		5	7	6.2	6.8	6.66

		6	8.1	6.7	7.2	7.33
Merah		7	12.5	12.9	12.2	12.53
	30 menit	1	4.4	4.2	3.8	4.13
		2	4.7	4.4	4.3	4.46
		3	5.2	4.6	4.7	4.83
		4	6.5	7.2	5.9	6.53
		5	6.9	6.9	6.8	6.86
		6	8.9	7.3	8.4	8.2
		7	12.8	13	12.8	12.86
Biru	5 menit	1	4.8	4.9	5	4.9
		2	5	5.7	5.8	5.5
		3	5.4	5.9	5.2	5.5
		4	5.8	5.5	5.5	5.6
		5	6.4	5.9	6.7	6.33
		6	7.9	7.4	9.1	8.13
		7	9.8	10	10.8	10.2
	10 menit	1	4.6	4.8	4.4	4.6
		2	4.7	5.1	4.5	4.76
		3	5.3	5.7	4.7	5.23
		4	6.5	6.1	4.9	5.83
		5	7	6.8	5.8	6.53
		6	8.1	8.2	7.2	7.83
		7	9.5	9.4	9.5	9.46
	20 menit	1	4.7	4.4	4.8	4.63
		2	5.5	4.7	4.9	5.03
		3	5.7	4.8	5.2	5.23
		4	6.5	5.6	5.8	5.96
		5	7.1	6.9	6.8	6.93
		6	7.8	7.7	7.5	7.66
		7	8.9	9.8	8.8	9.16
	30 menit	1	4.9	4.9	4.7	4.83

		2	5.2	5.2	5.3	5.23
Biru	30 menit	3	5.5	5.3	5.5	5.43
		4	5.6	6.8	6.4	6.26
		5	6.4	7.2	6.8	6.8
		6	7.3	8.1	7.7	7.7
		7	9.8	10.2	9.7	9.9
Hijau	5 menit	1	4.8	4.5	4.4	4.56
		2	5.3	5.4	4.6	5.1
		3	5.5	5.8	5.9	5.73
		4	6.9	5.4	7.4	6.56
		5	7.4	7.6	7.1	7.36
		6	8.4	8.5	8.1	8.33
		7	8.8	8.9	8.7	8.8
	10 menit	1	4.6	4.8	4.4	4.6
		2	4.8	5.6	5.2	5.2
		3	5.4	5.8	5.9	5.7
		4	5.7	6.6	6.7	6.33
		5	6.8	6.8	7.6	7.06
		6	7.3	7.7	8.4	7.8
		7	8.4	8.2	8.8	8.86
	20 menit	1	4.4	4.6	4.8	4.6
		2	4.6	4.9	5.1	4.86
		3	5.5	5.2	5.7	5.46
		4	5.8	5.7	6.5	6
		5	6.6	6.4	7.2	6.73
		6	7.8	7.5	8.4	7.9
		7	8.8	8.6	9.4	8.93
	30 menit	1	4.5	4.9	4.6	4.66
		2	5.8	5.8	5.1	5.56
		3	6	6.1	5.8	5.96
		4	7.2	7.3	6.9	7.13

		5	7.3	7.2	7.8	7.43
Hijau	30 menit	6	8.1	7.6	8.2	7.96
		7	8.9	8.6	9.5	9

2. Hasil Pengukuran Jumlah Daun

Warna LED	Waktu pemaparan	Minggu ke-	Jumlah Daun (helai)			Rata*
			1	2	3	
	Kontrol	1	3	4	4	4
		2	4	5	4	4
		3	5	4	5	5
		4	6	5	5	5
		5	5	5	4	5
		6	6	6	5	6
		7	6	7	6	6
Merah	5 menit	1	4	3	4	4
		2	5	4	5	5
		3	6	5	6	6
		4	7	7	8	7
		5	8	9	9	9
		6	10	11	12	11
		7	13	13	13	13
	10 menit	1	3	4	4	4
		2	4	5	5	5
		3	5	6	6	6
		4	6	6	6	6
		5	9	8	9	9
		6	11	12	11	11
		7	14	13	14	14
	20 menit	1	3	4	4	4
		2	4	5	5	5
		3	5	6	6	6

		4	7	7	6	7
Merah	20 menit	5	8	8	8	8
		6	8	8	7	8
		7	9	10	10	10
	30 menit	1	4	4	4	4
		2	4	5	5	5
		3	6	5	6	6
		4	4	3	7	7
		5	9	7	10	9
		6	14	12	12	13
		7	17	16	14	16
Biru	5 menit	1	3	4	4	4
		2	4	5	5	5
		3	6	6	6	6
		4	6	6	5	6
		5	7	7	7	7
		6	8	9	8	8
		7	9	10	10	10
	10 menit	1	4	5	4	4
		2	4	5	5	5
		3	5	4	6	5
		4	7	6	7	7
		5	8	8	9	8
		6	9	9	9	9
		7	9	10	10	10
	20 menit	1	4	4	5	4
		2	5	5	7	6
		3	6	7	6	6
		4	6	6	5	6
		5	6	7	6	6
		6	8	9	8	8

		7	11	11	11	11
Biru	30 menit	1	3	4	4	4
		2	4	4	5	4
		3	5	6	6	6
		4	7	7	7	7
		5	8	7	8	8
		6	10	9	10	10
		7	11	10	11	11
Hijau	5 menit	1	4	4	4	4
		2	5	6	4	5
		3	5	5	5	5
		4	6	5	5	5
		5	5	6	6	6
		6	6	6	6	6
		7	7	7	7	7
	10 menit	1	5	5	5	5
		2	5	6	6	6
		3	4	6	5	5
		4	4	5	4	4
		5	6	6	5	6
		6	6	7	6	6
		7	7	8	7	7
	20 menit	1	5	5	5	5
		2	6	5	5	5
		3	7	6	6	6
		4	6	7	6	6
		5	5	7	7	6
		6	5	5	6	5
		7	8	7	8	8
	30 menit	1	4	3	4	4
		2	5	4	5	5

		3	5	5	4	4
Hijau	30 menit	4	6	4	5	5
		5	5	5	6	5
		6	6	6	7	6
		7	8	7	8	8

3. Hasil Uji Klorofil

1. Klorofil a

Warna LED	Waktu Penyinaran	Klorofil (mg/ml)			Rata*
		1	2	3	
	kontrol	6.3	5.84	4.1	5.41
Merah	5 menit	15.74	12.09	12.90	13.57
	10 menit	11.41	12.26	10.13	11.26
	20 menit	12.18	12.12	11.6	11.96
	30 menit	3.72	4.02	6.11	4.61
Biru	5 menit	11.4	7.54	8.72	9.22
	10 menit	7.88	8.74	12.37	9.66
	20 menit	12.45	12.71	11.21	12.12
	30 menit	9.69	8.64	5.58	7.97
Hijau	5 menit	4.09	5.52	3.3	4.3
	10 menit	8.4	10.49	7.75	8.88
	20 menit	10.52	13.53	11.84	11.96
	30 menit	5.58	5.67	4.41	5.22

2. Klorofil b

Warna LED	Waktu Penyinaran	Klorofil (mg/ml)			Rata*
		1	2	3	
	kontrol	2.19	2.24	1.99	2.14
Merah	5 menit	3.35	3.42	3.82	3.53
	10 menit	8.45	8.87	8.76	8.69
	20 menit	10.42	10.77	10.26	10.48

	30 menit	2.62	2.45	2.82	2.63
Biru	5 menit	3.72	3.45	4.14	3.77
	10 menit	5.74	5.48	5.71	5.64
	20 menit	5.48	5.46	5.74	5.56
	30 menit	3.37	3.48	3.36	3.4
Hijau	5 menit	5.45	5.91	5.77	5.71
	10 menit	8.45	8.81	8.28	8.51
	20 menit	3.45	3.38	3.65	3.49
	30 menit	2.55	3.03	3.21	2.93

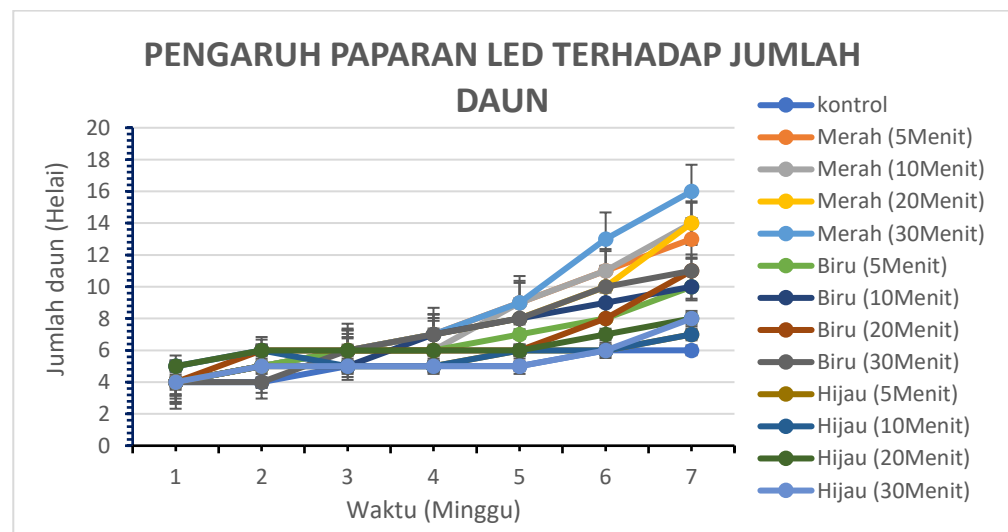
4. Hasil Absorbansi Vitamin C

Warna LED	Waktu Penyinaran	Vitamin C (mg/ml)			Rata*
		1	2	3	
	kontrol	2.24	2.07	1.98	2.09
Merah	5 menit	2.45	2.98	2.75	2.72
	10 menit	4.4	3.99	4.45	4.28
	20 menit	7.59	7.52	7.41	7.5
	30 menit	8.58	8.24	8.57	8.46
Biru	5 menit	2.81	2.54	2.79	2.71
	10 menit	3.56	3.91	4.02	3.83
	20 menit	5.05	4.69	4.88	4.87
	30 menit	4.71	5.36	4.25	4.77
Hijau	5 menit	1.89	2.19	2.36	2.14
	10 menit	2.87	2.48	3.06	2.8
	20 menit	3.93	4.26	3.89	4.02
	30 menit	4.05	4.52	4.21	4.26

5. Hasil Absorbansi Flavonoid

Warna LED	Waktu Penyinaran	Flavonoid (mg/ml)			Rata*
		1	2	3	
	kontrol	1.05	1.12	1.28	1.15
Merah	5 menit	1.48	1.69	1.71	1.62

	10 menit	2.73	2.12	2.45	2.43
Merah	20 menit	4.78	4.73	4.55	4.71
	30 menit	3.54	4.21	3.88	3.87
Biru	5 menit	1.27	1.06	1.29	1.2
	10 menit	2.48	2.21	2.12	2.27
	20 menit	3.46	3.24	3.16	3.28
	30 menit	2.81	3.25	3.08	3.04
Hijau	5 menit	0.88	1.05	1.21	1.04
	10 menit	1.54	1.82	1.66	1.67
	20 menit	2.89	2.51	2.68	2.69
	30 menit	2.07	2.45	2.16	2.22



LAMPIRAN 3

DATA SPSS HASIL UJI FAKTORIAL

1. Data pada tinggi tanaman

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TinggiTanaman

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	4651.897 ^a	16	290.744	2284.074	.000
warna	171.746	3	57.249	449.743	.000
waktu	1.886	3	.629	4.938	.006
warna * waktu	2.594	9	.288	2.264	.043
Error	4.073	32	.127		
Total	4655.970	48			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .999)

2. Data pada jumlah daun

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: jumlahdaun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	4491.333 ^a	16	280.708	709.158	.000
warna	323.167	3	107.722	272.140	.000
waktu	13.167	3	4.389	11.088	.000
warna * waktu	48.000	9	5.333	13.474	.000
Error	12.667	32	.396		
Total	4504.000	48			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .996)

3. Data pada kandungan klorofil a

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: klorofilA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3755.672 ^a	16	234.730	110.868	.000
warna	182.809	3	60.936	28.782	.000
waktu	129.729	3	43.243	20.425	.000
warna * waktu	149.349	9	16.594	7.838	.000
Error	67.751	32	2.117		
Total	3823.423	48			

a. R Squared = .982 (Adjusted R Squared = .973)

4. Data pada kandungan klorofil b

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: klorofilb

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1312.788 ^a	16	82.049	1826.107	.000
warna	112.407	3	37.469	833.915	.000
waktu	88.390	3	29.463	655.740	.000
warna * waktu	114.993	9	12.777	284.369	.000
Error	1.438	32	.045		
Total	1314.226	48			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

5. Data pada kandungan vitamin c

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: vitaminC

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	21179.038 ^a	16	1323.690	936.182	.000
warna	2070.083	3	690.028	488.024	.000
waktu	1212.468	3	404.156	285.840	.000
warna * waktu	848.621	9	94.291	66.688	.000
Error	45.246	32	1.414		
Total	21224.283	48			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .997)

6. Data pada kandungan flavonoid

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Flavonoid

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	7806446.415 ^a	16	487902.901	510.622	.000
warna	724854.271	3	241618.090	252.869	.000
waktu	568844.619	3	189614.873	198.444	.000
warna * waktu	261597.157	9	29066.351	30.420	.000
Error	30576.254	32	955.508		
Total	7837022.669	48			

a. R Squared = .996 (Adjusted R Squared = .994)

LAMPIRAN 4

DATA SPSS HASIL UJI DMRT/DUNCAN

1. Uji duncan pada faktor warna lampu LED terhadap tinggi tanaman

TinggiTanaman

Duncan^{a,b}

warna	N	Subset			
		1	2	3	4
kontrol	12	7.433			
hijau	12		8.850		
biru	12			9.733	
merah	12				12.608
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

2. Uji duncan pada faktor lama paparan LED terhadap tinggi tanaman

TinggiTanaman

Duncan^{a,b}

waktu	N	Subset	
		1	2
10 menit	12	9.467	
20 menit	12	9.517	
5 menit	12	9.667	
30 menit	12		9.975
Sig.		.204	1.000

3. Uji duncan pada faktor warna lampu LED terhadap jumlah daun

jumlahdaun

Duncan^{a,b}

warna	N	Subset			
		1	2	3	4
kontrol	12	6.33			
hijau	12		7.42		
biru	12			10.25	
merah	12				13.00
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

4. Uji duncan pada faktor lama paparan LED terhadap jumlah daun

jumlahdaunDuncan^{a,b}

waktu	N	Subset		
		1	2	3
20 menit	12	8.67		
5 menit	12	9.00	9.00	
10 menit	12		9.25	
30 menit	12			10.08
Sig.		.204	.338	1.000

5. Uji duncan pada faktor warna lampu LED terhadap kandungan klorofil a

klorofilADuncan^{a,b}

warna	N	Subset		
		1	2	3
kontrol	12	5.4133		
hijau	12		7.5917	
biru	12			9.7733
merah	12			10.3567
Sig.		1.000	1.000	.333

6. Uji duncan pada faktor lama paparan LED terhadap kandungan klorofil a

klorofilADuncan^{a,b}

waktu	N	Subset		
		1	2	3
30 menit	12	5.8050		
5 menit	12		8.1283	
10 menit	12		8.8350	
20 menit	12			10.3667
Sig.		1.000	.243	1.000

7. Uji duncan pada faktor warna lampu LED terhadap kandungan klorofil b

klorofilbDuncan^{a,b}

warna	N	Subset			
		1	2	3	4
kontrol	12	2.1400			
biru	12		4.5942		
hijau	12			5.1617	
merah	12				6.3342
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

8. Uji duncan pada faktor lama paparan LED terhadap kandungan klorofil b

klorofilbDuncan^{a,b}

waktu	N	Subset			
		1	2	3	4
30 menit	12	2.7758			
5 menit	12		3.7875		
20 menit	12			5.4192	
10 menit	12				6.2475
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

9. Uji duncan pada faktor warna lampu LED terhadap kandungan vitamin c

vitaminCDuncan^{a,b}

warna	N	Subset			
		1	2	3	4
kontrol	12	10.3830			
hijau	12		16.4093		
biru	12			20.0791	
merah	12				28.5118
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

10. Uji duncan pada faktor lama paparan LED terhadap kandungan vitamin c

vitaminCDuncan^{a,b}

waktu	N	Subset			
		1	2	3	4
5 menit	12	11.9942			
10 menit	12		16.1278		
20 menit	12			22.9534	
30 menit	12				24.3078
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

11. Uji duncan pada faktor warna lampu LED terhadap kandungan flavonoid

FlavonoidDuncan^{a,b}

warna	N	Subset			
		1	2	3	4
kontrol	12	191.0497			
hijau	12		317.7164		
biru	12			408.1330	
merah	12				526.6094
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

12. Uji duncan pada faktor lama paparan LED terhadap kandungan flavonoid

FlavonoidDuncan^{a,b}

waktu	N	Subset			
		1	2	3	4
5 menit	12	208.9665			
10 menit	12		312.9982		
30 menit	12			428.5497	
20 menit	12				492.9942
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

LAMPIRAN 5

DOKUMENTASI RISET

1. Proses Pemaparan LED terhadap tanaman stroberi



Detail Produk

Ulasan

Diskusi

Rekomendasi

Detail

Kondisi: Baru

Min. Pemesanan: 1 Buah

Etalase: **ALAT LISTRIK**

Lampu Warna Warni ENTER 5Watt / Bohlam LED 5Watt

Deskripsi Produk :

- Merk : Enter EN-8505B
- Daya 5 watt
- Tegangan 220 - 240V
- Kecerahan 425 Lumen
- Tersedia Warna : Merah, Kuning, Biru, Ungu, Hijau...

[Lihat Selengkapnya](#)

2. Isolat bakteri *Xanthomonas fragariae*



3. Proses pemindahan stroberi dalam polybag



4. Pemantauan kondisi daun





5. Pengukuran kandungan klorofil





6. Pengukuran kandungan vitamin c dan Flavonoid

