

**PENGARUH PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET (UV) UNTUK
MEMPERKECIL KERUSAKAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
PADA BUAH SALAK (*Salacca edulis reinw*)**

SKRIPSI

Oleh:

ARDHIA PRAMESTIKA TRIASTARANI

NIM. 16640021



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

**PENGARUH PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET (UV) UNTUK
MEMPERKECIL KERUSAKAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
PADA BUAH SALAK (*Salacca edulis reinw*)**

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:

**ARDHIA PRAMESTIKA TRIASTARANI
NIM. 16640021**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET (UV) UNTUK
MEMPERKECIL KERUSAKAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
PADA BUAH SALAK (*Salacca edulis reinw*)**

SKRIPSI

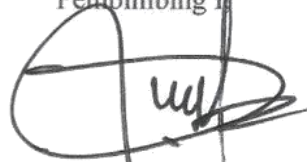
Oleh:

Ardhia Pramestika Triastarani

NIM. 16640021

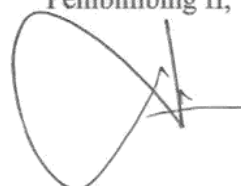
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal: 21 Oktober 2021

Pembimbing I,



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


Pembimbing II,



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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika




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

HALAMAN PENGESAHAN

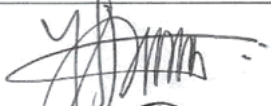



PENGARUH PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET (UV) UNTUK
MEMPERKECIL KERUSAKAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
PADA BUAH SALAK (*Salacca edulis reinw*)

SKRIPSI

Oleh:

Ardhia Pramestika Triastarani
NIM. 16640021

Telah Dipertahankan Di Depan Depan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada tanggal 18 November 2021

Penguji Utama	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Ketua Penguji	<u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	
Sekretaris Penguji	<u>Dr. H. M. Tirono, M.Si</u> NIP.19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



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



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ARDHIA PRAMESTIKA TRIASTARANI
NIM : 16640021
Jurusan : FISIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian : Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet (UV) untuk
Memperkecil Kerusakan dan Aktivitas Antioksidan
pada Buah Salak (*Salacca edulis reinw*)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dalam naskah ini disebutkan dengan menyertakan sumber atau kutipan penulis. Naskah ini hasil dari pengambilan data penelitian dan menulis naskah ini berdasarkan sumber atau referensi yang saya gunakan.

Apabila kemudian hari hasil penelitian dan tulisan ini hasil jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 9 Desember 2021

Yang membuat Pernyataan



Ardhia Pramestika Triastarani
NIM. 16640021

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan melainkan dengan kesanggupannya” (Q.S.Al Baqarah: 286)

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا , إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Karena sesungguhnya kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan” (Q.S Al-Insyirah ayat 5-6)

Kadang kita selalu berpikir, bahwa kesulitan yang kita hadapi lebih besar daripada kesulitan orang lain.

Padahal Allah sudah memberikan porsi sesuai dengan kemampuan kita.

Hanya saja kita yang terlalu egois

Kita hanya ingin kesulitan yang dihadapi sesuai dengan harapan kita

Sulit bagimu, Mudah bagi Allah

Tidak mungkin bagimu. Sangat mungkin bagi Allah.

Semua ada waktunya, semua ada prosesnya, dan semua ada porsinya.

“Berdamaian dengan diri sendiri. Berdamaian dengan Ekspektasi”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji syukur saya ucapkan kepada Ilahi Robbi, Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, hidayah serta ridho-Nya dalam penyelesaian skripsi ini, Shalawat serta salam dihaturkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW.

Saya persembahkan karya yang sederhana ini kepada orang tuaku tercinta, Bapak Hadi Wahyono dan Ibu Juma'ati yang telah memberikan doa, dukungan, kasih sayang, dan motivasi. Sehingga dapat menjalani dan melewati segala rintangan dalam proses kehidupan.

Terimakasih kepada suamiku, Mas Salman yang telah memberikan motivasi, dukungan dan bantuan dalam segala hal

Terima kasih juga kepada kakak kandungku Andhira Swastika Alfiarani yang juga memberikan dukungan moral maupun materil.

Terima kasih tak terhingga atas jasa guru-guruku dan seluruh dosen Prodi Fisika yang telah memberikan doa, motivasi, secercah ilmu dan membimbing dengan sabar hingga akhir pendidikan ini.

Terima kasih juga kepada teman-teman seperjuanganku di Prodi Fisika angkatan 2016 yang selalu membantu hingga terselesaikannya skripsi ini

Keluarga besar Asrama Griya Qur'an Islamiyah dan kepada semua yang telah mendo'akan dan memotivasi yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Semoga Allah membalas budi baik kalian semua. Aamiin.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, ni'mat, taufiq, hidayah serta inayah-Nya. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Baginda Rasulullah, Nabi Besar Muhammad SAW serta para keluarga, sahabat, dan pengikut-pengikutnya. Atas kehendak dan ridho Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini dengan baik. Skripsi yang telah penulis susun ini berjudul **“Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan dan Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak (*Salacca edulis reinw*)”**.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Khususnya penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. M. Tirono, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan sabar membimbing dengan teliti dan memberikan arahan untuk penulis sehingga mampu menyelesaikan proposal ini dengan baik.

5. Dr. Imam Tazi, M.Si dan Erna Hastuti, M.Si selaku dosen penguji saya yang telah memberi solusi dan pencerahan atas kekhilafan skripsi saya.
6. Kedua orang tua dan saudara kembar tercinta yang selalu mendoakan dan memberi dukungan yang berharga.
7. Sahabat-sahabat Griya Qur'an Islamiyah yang selalu mendoakan dan memberikan semangat untuk segera menyelesaikan skripsil ini.
8. Teman-teman seperjuangan, teman-teman jurusan fisika angkatan 2016, yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.
9. Semua pihak yang telah membantu penyusunan proposal skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

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

Malang, 9 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Radiasi	9
2.2 Sinar Ultraviolet (UV)	10
2.3 Intensitas Cahaya Ultraviolet	13
2.4 Interaksi Sinar Ultraviolet (UV) terhadap Materi	17
2.5 Buah Salak (<i>Salacca edulis reinw</i>)	20
2.6 Faktor yang Mempengaruhi Pembusukan pada Buah	23
2.7 Pengaruh Paparan Ultraviolet terhadap Buah.....	26
2.8 Pengaruh Paparan UV terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah	28
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	32
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	32
3.3.1 Alat Penelitian	32
3.3.2 Bahan Penelitian	33
3.4 Desain Rangkaian Alat	34
3.5 Rancangan Penelitian	35
3.6 Diagram Alir Penelitian	36
3.7 Prosedur Penelitian	38
3.7.1 Sterilisasi	38
3.7.2 Sortasi Buah	38
3.7.3 Paparan Cahaya Ultraviolet (UV)	39
3.7.4 Pembuatan Ekstrak Daging Buah Salak	40
3.7.5 Pembuatan Larutan DPPH 0,5 mM	40
3.7.6 Pengujian Aktivitas Antioksidan dengan Spektrofotometer	40
3.7.7 Luas Buah yang Rusak	41

3.7	Teknik Pengumpulan Data	42
3.8	Teknik Analisis Data	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Penelitian	46
4.1.1	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak yang Disimpan pada Suhu 13°C	48
4.1.2	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak yang Disimpan pada Suhu 13°C	53
4.1.3	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak	58
4.1.4	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak	63
4.2	Pembahasan	68
4.2.1	Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak yang Disimpan pada Suhu 13°C	72
4.2.2	Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak yang Disimpan pada Suhu 13°C	78
4.3	Sinar Ultraviolet (UV) dalam Pandangan Islam	73
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran	85
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan Radiasi UV terhadap Terjadinya Penyakit	12
Gambar 2.2	Pengaruh sinar UV terhadap DNA sel hidup	18
Gambar 2.3	Buah Salak Pondoh	19
Gambar 2.4	Buah Salak Pondoh Terserang Cendawan	25
Gambar 2.5	Antioksidan Menetralkan Radikal Bebas	29
Gambar 3.1	Desain Rangkaian Alat	34
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 3.3	Penentuan Buah yang Rusak dan Aktivitas Antioksidan	41
Gambar 4.1	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak (4.1a. paparan 30 menit, 4.1b. paparan 40 menit, 4.1c. paparan 50 menit).....	51
Gambar 4.2	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak (4.1a. paparan dengan intensitas 100 mW/cm ² , 4.1b. paparan dengan intensitas 180 mW/cm ² , 4.1c. paparan dengan 260 mW/cm ²)	56
Gambar 4.3	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan Buah Salak (4.1a. paparan 30 menit, 4.1b. paparan 40 menit, 4.1c. paparan 50 menit).....	61
Gambar 4.4	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan Buah Salak (4.1a. paparan dengan intensitas 100 mW/cm ² , 4.1b. paparan dengan intensitas 180 mW/cm ² , 4.1c. paparan dengan 260 mW/cm ²)	66
Gambar 4.5	Struktur DNA yang Pecah karena Terpapar Sinar UV	69
Gambar 4.6	Reaksi Radikal DPPH dengan Antioksidan	73
Gambar 4.7	Mekanisme Peredaman Radikal oleh Flavonoid	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pembagian Spektrum Elektromagnetik dari Sinar Ultraviolet.....	10
Tabel 2.2	Komposisi Kimia Daging Buah Salak (Setiap 100 g).....	20
Tabel 2.3	Golongan Senyawa Lain pada Ekstrak Buah Salak	21
Tabel 2.4	Nilai AEAC pada Buah-Buahan	23
Tabel 2.5	Kategori Kekuatan Aktivitas Antioksidan	23
Tabel 2.6	Kapasitas Antioksidan Total dalam Uji AEAC	23
Tabel 3.1	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 30 Menit.....	42
Tabel 3.2	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 40 Menit.....	43
Tabel 3.3	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 50 Menit.....	43
Tabel 3.4	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan intensitas 100 mW/cm ²	43
Tabel 3.5	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan intensitas 180 mW/cm ²	43
Tabel 3.6	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan intensitas 260 mW/cm ²	44
Tabel 3.7	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak selama 30 menit	44
Tabel 3.8	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak selama 40 menit	44
Tabel 3.9	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak selama 50 menit	44
Tabel 3.10	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan Intensitas 100 mW/cm ²	44
Tabel 3.11	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan Intensitas 180 mW/cm ²	45
Tabel 3.12	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan Intensitas 260 mW/cm ²	48
Tabel 4.1	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 30 Menit.....	49
Tabel 4.2	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 40 Menit.....	50
Tabel 4.3	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 50 Menit.....	47
Tabel 4.4	Pengaruh Waktu Paparan UV untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan Intensitas 100 mW/cm ²	53
Tabel 4.5	Pengaruh Waktu Paparan UV untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan Intensitas 180 mW/cm ²	54
Tabel 4.6	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan Intensitas 260 mW/cm ²	55
Tabel 4.7	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak selama 30 menit	59
Tabel 4.8	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas	

	Antioksidan pada Buah Salak selama 40 menit	59
Tabel 4.9	Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak selama 50 menit	60
Tabel 4.10	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan intensitas 100 mW/cm ²	63
Tabel 4.11	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan intensitas 180 mW/cm ²	64
Tabel 4.12	Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan intensitas 260 mW/cm ²	64

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data Hasil Pengukuran Berat Sampel

LAMPIRAN 2 Pembuatan Larutan

LAMPIRAN 3 Dokumentasi Kegiatan

ABSTRAK

Triastarani, Ardhia Pramestika. 2021. **Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan dan Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak**. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen Pembimbing (I) Dr. H. M. Tirono, M.Si (II) Drs. Abdul Basid, M.Si.

Kata Kunci: Buah salak (*Salacca edulis reinw*), Intensitas dan Lama Paparan, Sinar UV, Memperkecil Kerusakan, Aktivitas Antioksidan

Buah salak (*Salacca edulis reinw*) merupakan jenis buah produk hortikultural. buah yang memiliki sifat mudah rusak dan tidak tahan lama sehingga cepat membusuk dan pada suhu ruang hanya dapat bertahan selama 6-8 hari setelah panen. Laju pembusukan tersebut dapat merugikan pertanian di Indonesia, untuk mengatasi masalah kerugian ini petani menggunakan bahan pertisida dan fungisida untuk memperkecil kerusakan buah tersebut. Namun penggunaan bahan pertisida dan fungisida tersebut kurang efektif bagi kesehatan tubuh manusia. Pada penelitian ini menggantikan bahan tersebut dengan menggunakan teknik radiasi sinar ultraviolet (UV) dan penyimpanan pada suhu 13⁰C. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh sinar ultraviolet terhadap kerusakan dan aktivitas antioksidan pada buah salak. Pada penelitian ini menggunakan lampu ultraviolet (UV) dengan intensitas 100 mW/cm², 180 mW/cm², dan 260 mW/cm² serta waktu paparan 30 menit, 40 menit, dan 50 menit. buah setelah diberi paparan ultraviolet akan diamati kerusakan pada hari ke-0, ke-8, ke-16, ke-24, dan ke-32 serta diuji aktivitas antioksidan pada hari ke-0 dan hari ke-8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas dan lama paparan UV berpengaruh positif untuk memperkecil kerusakan pada buah salak. Paparan UV optimum untuk memperkecil buah salak yaitu pada intensitas 260 mW/cm² dan paparan 50 menit yang mampu bertahan hingga 16 hari. Intensitas dan lama waktu paparan ultraviolet berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan buah salak. Semakin besar intensitas dan semakin lama waktu paparan ultraviolet dapat menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan.

ABSTRACT

Triastarani, Ardhia Pramestika. 2021. **The Effect Ultraviolet Light Exposure (UV) to Minimize of Damage and Antioxidants Activity in Snakefruit**. Thesis. Physics Department. Science and Technology Faculty. Maulana Malik Ibrahim Islamic State University Malang. Lecturer Advisor (I) Dr. H. M. Tirono, M.Si (II) Drs. Abdul Basid, M.Si.

Kata Kunci: Snakefruit (*Salacca edulis reinw*), Intensity and Duration of Exposure, UV Light , Minimize of Damage, Antioxidants Activity

Snakefruit (*Salacca edulis reinw*) is a type of horticultural product. fruit that is easily damaged and does not last long so it rots quickly and at room temperature can only last for 6-8 days after harvest. The rate of decay can be detrimental to agriculture in Indonesia, to overcome this loss problem farmers use pesticides and fungicides to minimize damage to the fruit. However, the use of pesticides and fungicides is less effective for the health of the human body. In this study, replacing these materials using ultraviolet (UV) radiation techniques and storage at a temperature of 13⁰C. The purpose of this study was to determine the effect of ultraviolet light on damage and antioxidant activity in snakefruit. In this study, ultraviolet (UV) lamps were used with an intensity of 100 mW/cm², 180 mW/cm², and 260 mW/cm² with exposure times of 30, 40, and 50 minutes. After being exposed to ultraviolet light, damage was observed on days 0, 8, 16, 24, 32 and tested for antioxidant activity on the 0 days and 8 days. The results showed that the intensity and duration of UV exposure had a positive effect on minimizing damage to snakefruit. Optimum UV exposure to reduce snakefruit is at an intensity of 260 mW/cm² and exposure to 50 minutes which can last up to 16 days. The intensity and duration of ultraviolet exposure affect the antioxidant activity of snakefruit. The greater the intensity and the longer the time of ultraviolet exposure can cause a decrease in antioxidant activity.

مستخلص

ترياستراني، أرضيا براميسيتيكا. ٢٠٢١. تأثير التعرض للأشعة فوق البنفسجية لتقليل الضرر و نشاط مضادات الأكسدة في فاكهة الثعبان. البحث العلمي. قسم الفزياء كلية العلوم و التكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرف (١) الدكتور الحاج تريونو الماجستير (٢) عبد البسيط الماجستير.

الكلمات المفتاحية: فاكهة الثعبان (*Salacca edulis reinw*)، شدة وطول التعرض، و الأشعة فوق البنفسجية، و تقليل الضرر، و مضادات الأكسدة.

فاكهة الثعبان (*Salacca edulis reinw*) هي نوع من المنتجات البستانية. تتعرض الفاكهة للتلف بسهولة ولا تدوم طويلاً لذا فهي تتعفن بسرعة وفي درجة حرارة الغرفة يمكن أن تدوم لمدة ٦-٨ أيام فقط بعد الحصاد. يمكن أن يكون معدل التسوس ضاراً بالزراعة في إندونيسيا، للتغلب على هذه مشكلة الخسارة ، يستخدم الفلاحون المبيدات الحشرية ومبيدات الفطريات لتقليل الأضرار التي تلحق بالفاكهة. ومع ذلك ، فإن تستخدم المبيدات الحشرية ومبيدات الفطريات أقل فعالية بالنسبة لصحة جسم الإنسان. في هذا البحث ، تم استبدال هذه المواد باستخدام تقنيات الأشعة فوق البنفسجية وتخزينها عند درجة حرارة ١٣ درجة مئوية. كان الغرض من هذا البحث هو تعرف تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الضرر ونشاط مضادات الأكسدة في فاكهة الثعبان. في هذا البحث، تم استخدام مصابيح الأشعة فوق البنفسجية بكثافة ١٠٠ ميغاواط / سم ٢ ، و ١٨٠ ميغاواط / سم ٢ ، و ٢٦٠ ميغاواط / سم ٢ مع أوقات تعرض لمدة ٣٠ دقيقة و ٤٠ دقيقة و ٥٠ دقيقة. بعد التعرض للأشعة فوق البنفسجية ، لوحظ حدوث ضرر في الأيام الصافر و الثامن و السادس عشر و الرابع وعشرون و الثاني وثلاثين وتم اختبار نشاط مضادات الأكسدة في اليومين الصافر و الثامن. أظهرت النتائج أن شدة ومدة التعرض للأشعة فوق البنفسجية كان لها تأثير إيجابي في تقليل الأضرار التي لحقت بفاكهة الثعبان. التعرض الأمثل للأشعة فوق البنفسجية لتقليل الأضرار بفاكهة الثعبان هو بكثافة ٢٦٠ ميغاواط / سم ٢ والتعرض لمدة ٥٠ دقيقة والتي يمكن أن تستمر حتى ١٦ يوماً. كان شدة ومدة التعرض تأثيراً للأشعة فوق البنفسجية على نشاط مضادات الأكسدة لفاكهة الثعبان. كلما زادت شدة التعرض للأشعة فوق البنفسجية وطول وقتها يمكن أن يؤدي إلى انخفاض في نشاط مضادات الأكسدة.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Studi epidemiologi menjelaskan bahwa seseorang yang konsumsi lima porsi (total 400g) buah-buahan per hari, akan berpotensi menurun terhadap penyakit dan tidak menular kronis, seperti kanker usus besar, stroke, dan epidemiologis mengungkapkan bahwa tubuh manusia membutuhkan arteriosclerosis. Sebagian besar, manfaat dari buah-buahan dikaitkan dengan komposisi *phytochemical*, terutama antioksidan, fenolik, dan Vitamin C. Antioksidan merupakan senyawa yang menghambat radikal bebas disebabkan oleh oksigen reaktif. Dimana antioksidan membantu menetralkan spesies oksigen reaktif yang dihasilkan pada tubuh manusia, yang dapat menghancurkan jaringan sel (Kapoor, 2001).

Produk hortikultura merupakan sub-sektor pertanian yang cukup menjanjikan di Indonesia karena terus mengalami perkembangan. Sub-sektor hortikultura terdiri dari tanaman, buah-buahan, tanaman obat-obatan, dan tanaman hias. Buah-buahan merupakan salah satu produk hortikultura yang rentan terkena mikroba patogen sehingga mudah rusak dan membusuk saat panen maupun setelah panen. Buah-buahan setelah dipanen tetap melakukan proses metabolisme sehingga menyebabkan terjadinya perubahan fisik maupun kimia yang umumnya terdiri dari perubahan warna, tekstur, protein, asam-asam organik dan kandungan lainnya sehingga mutu dari produk hortikultura harus dipertahankan untuk meningkatkan keberhasilan produk dipasaran.

Salah satu buah-buahan yang dibutuhkan sebagai pangan maupun obat-obatan yaitu buah Salak (*Salacca edulis reinw*). Salak merupakan salah satu komoditas buah unggulan Indonesia selain jeruk, pisang, mangga, durian, dan manggis. Buah

yang rasanya manis agak sepat ini banyak mengandung vitamin A, vitamin C dan beta karoten sehingga dapat digunakan sebagai antioksidan.

Menurut Sahputra (2008), daging dan kulit buah salak (*Salacca edulis reinw*) mengandung senyawa flavonoid, tanin, dan alkaloid, sedangkan senyawa saponin, steroid, dan triterpenoid tidak terdeteksi. Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menetralkan, meredakan, atau menghancurkan proses reaksi radikal bebas. Radikal bebas adalah molekul yang tidak mempunyai pasangan elektron sehingga tidak stabil dan berusaha mencari pasangan elektronnya. Buah ini juga merupakan salah satu buah yang memberikan kontribusi lebih terhadap buah-buahan nasional. Di Indonesia, produktivitas buah salak tergolong tinggi. Produksi dari tahun ke tahun semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya teknik budidaya buah salak.

Menurut data Badan Pusat Statistik, produksi salak di Indonesia berfluktuasi dari tahun 2015 – 2018, yaitu 965.205 ton (2015), 702.350 ton (2016), 953.853 ton (2017), 896.504 ton (2018). Buah salak memiliki peluang pasar yang luas baik di pasar domestik maupun luar negeri. Sebagai salah satu buah tropik Indonesia, salak memiliki banyak penggemar dari berbagai kalangan masyarakat, karena selain harganya terjangkau, salak mudah dikonsumsi secara langsung maupun sebagai bahan olahan produk lain. Buah salak membutuhkan pascapanen yang baik agar menunjang prospek pemasaran yang menjanjikan. Hal ini terindikasi bahwa buah salak sangat mudah rusak karena memiliki umur simpan yang relatif singkat. Faktor penyebab kerusakan buah salak diantaranya adalah serangan cendawan. Rismawati dan Leni (2016) menyatakan bahwa cendawan yang menyerang buah salak dapat

menyebabkan perubahan aroma, rasa, dan tekstur. Perubahan ini akan mempengaruhi kualitas dan nilai jual komoditas buah salak.

Buah salak memiliki sifat mudah rusak (*perishable*). Sebagai salah satu buah hortikultura, buah salak dapat mengalami kerusakan yang disebabkan oleh faktor mekanis, fisis, dan mikrobiologis. Faktor utama yang menyebabkan buah salak mudah rusak adalah kadar air yang cukup tinggi yaitu sebesar 80.09%. Perubahan lain yang cukup merugikan adalah terjadinya perubahan warna daging buah secara enzimatis dan pertumbuhan cendawan apabila kulit atau daging buah salak terluka. Secara normal, jika buah salak yang disimpan pada suhu ruangan tanpa mendapat perlakuan apapun maka akan bertahan selama 6-8 hari (Murtianingsih *et al.* 1996).

Kerugian pascapanen buah salak yang disebabkan oleh cendawan cukup tinggi. Dengan adanya luka mekanis yang memungkinkan buah terserang cendawan. Kerusakan ini dapat mengakibatkan buah salak menjadi busuk pada bagian pangkalnya dan hanya dapat disimpan dalam jangka waktu yang relatif singkat. Cacat pada buah, bentuk dan tekstur buah, cita rasa dapat menentukan kualitas buah. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas. Kualitas buah salak juga dapat dilihat dari adanya pertumbuhan cendawan pada kulit buah terutama pada bagian pangkal buah, kulit buah yang berubah menjadi cokelat, lunak, berair, terjadi susut bobot, dan bahkan busuk (Kusmiadi, 2011).

Banyak komoditas ekspor Indonesia yang ditolak oleh Negara lain karena besarnya kadar bahan kimia yang diaplikasikan selama penyimpanan dan dikhawatirkan akan mengganggu kesehatan manusia. Oleh karena itu perlu dicari metode untuk memperkecil kerusakan tanpa meninggalkan residu pada buah tersebut. Salah satu cara tersebut dengan pendinginan dan penyinaran ultraviolet

(UV) yang relatif lebih aman bagi konsumen. Dari hasil penelitian Nurhayati, dkk (2004) diketahui bahwa paparan ultraviolet (UV) selama 2 jam mampu menekan luas bercak penyakit busuk asam pada buah tomat yang diikuti oleh pembusukan pada seluruh jaringan buah.

Allah SWT berfirman dalam Q.S. an-Naba' (78):13

وَجَعَلْنَا سِرَاجًا وَهَّاجًا ﴿١٣﴾

Artinya: “Dan kami jadikan Pelita yang amat terang (matahari).” (Q.S. an-Naba' (78):13).

Ayat diatas menjelaskan bahwa sinar matahari merupakan bagian dari gelombang elektromagnetik yaitu sinar gamma, Sinar-X, sinar ultraviolet, cahaya tampak, inframerah, gelombang mikro, dan gelombang radio (El-naggar, 2010). Gelombang elektromagnetik mempunyai berbagai manfaat. Salah satunya yaitu sinar ultraviolet yang berfungsi untuk untuk membunuh mikroba dan kuman serta dapat mensterilkan makanan yang tersimpan.

Pemaparan sinar ultraviolet (UV) merupakan salah satu metode pasteurisasi pangan non-termal yang dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk memperkecil kerusakan pada buah. Sinar ultraviolet adalah salah suatu energi yang memiliki kemampuan untuk melakukan penetrasi ke dinding sel mikroorganisme dan mampu mengubah komposisi asam nukleatnya. Absorbansi ultraviolet oleh DNA atau RNA pada beberapa virus dapat menyebabkan mikroorganisme tersebut tidak mampu melakukan replika akibat pembentukan ikatan rangkap dua pada molekul-molekul pirimidin (Cahyonugroho, 2010). Iradiasi UV dapat mengendalikan penyakit pascapanen tergantung pada dua mekanisme yang berbeda yaitu efek langsung pada disinfeksi mikroba patogen dan efek tidak langsung yang

menginduksi mekanisme pertahanan tanaman (Sripong, Jitareerat, dan Uthairatanakij, 2019).

Lama penyinaran juga merupakan faktor penting dalam iradiasi UV. Selain lama penyinaran, tingkat inaktivasi mikroorganisme juga merupakan faktor yang mempengaruhi iradiasi UV. Keuntungan menggunakan sinar ultraviolet dibandingkan desinfeksi kimia yaitu sangat efektif dalam membunuh sebagian besar mikroba patogen seperti *E. coli*, *Giardia Lamblia*, dan *Cristoporidium*, tanpa menggunakan bahan kimia, tidak beracun, tidak menghasilkan produk sampingan yang beracun (*significant nontoxic*), tidak berbahaya akibat kelebihan dosis, menghilangkan beberapa kontaminan organik, tidak memiliki emisi senyawa organik yang mudah menguap atau emisi udara beracun, tidak terjadi perubahan pada produk akhir, cukup dengan sedikit waktu kontak (etik atau menit) untuk desinfeksi kimia, dan tidak memerlukan penyimpanan bahan berbahaya (Chintya dan Nisa, 2015).

Penelitian Sebelumnya dilakukan oleh Suharyono, dkk (2010), menyatakan bahwa pemaparan ultraviolet (UV) selama 10, 20, 30, 40, dan 50 detik dengan penyimpanan selama 0, 1, 2, 3, dan 4 hari dapat mencegah pembusukan pada sari buah tomat. sehingga semakin lama waktu penyinaran, maka total mikroba sari buah tomat semakin rendah. Namun selama penyimpanan terjadi peningkatan total mikroba.

Menurut Erkan *et. al.* (2008) menyatakan bahwa pemaparan UV-C dengan waktu 5 dan 10 menit pada dosis energi sebesar 0,43, 2,15, 4,30 kJ m⁻² pada buah strowberi yang disimpan pada suhu 10°C dapat menghambat pembusukan buah. Buah yang disimpan setelah paparan UV-C dapat bertahan sampai 15 hari. Selain

itu, penggunaan sinar UV-C dapat meningkatkan kapasitas antioksidan yang dinyatakan sebagai radikal oksidan nilai kapasitas absorbansi (ORAC). Aktivitas antioksidan enzim glutathione peroxidase dan kandungan fenolik pada buah stroberi juga mengalami peningkatan setelah dilakukan paparan.

Menurut Muller dkk (2011), penggunaan UV juga digunakan dalam dunia pangan untuk proses pengawetan buah segar maupun produk olahan, semakin pendek panjang gelombang maka semakin besar efeknya dalam membunuh mikroba. Sinar UV-C memiliki panjang gelombang yang lebih kecil daripada sinar UV-A dan UV-B.

Menurut Li et al. (2014), Pemaparan UV-C menghambat akumulasi antioksidan dalam buah stroberi, Namun menurut Chintya, R., dkk (2015), Paparan UV-C dengan daya lampu 30 dan 60 watt dan lama radiasi yaitu 30, 40, 50, dan 60 menit dapat menurunkan kandungan antioksidan dan total mikroba terhadap buah murbei. Sedangkan menurut Arivianti dan purnanto (2015), pengaruh UV-C terhadap sari buah salak dengan menggunakan daya lampu 30 dan 60 watt dan penyinaran UV selama 30, 40, 50, dan 60 menit. Daya lampu 30 watt lebih tinggi daripada total mikroba pada perlakuan daya lampu 60 watt. Stevens, dkk (1996) mengatakan bahwa paparan UV-C pada 3 kJ^{-2} selama 24 jam pada suhu $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ mengakibatkan degradasi antioksidan pada buah kelengkeng, buah leci, dan buah rambutan.

Terkait pada faktor-faktor eksternal dan internal dan berdasarkan penelitian diatas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet (UV) terhadap Umur Simpan dan Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak (*Salacca edulis reinw*).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh intensitas ultraviolet (UV) terhadap kerusakan buah salak yang disimpan pada suhu 13⁰C?
2. Bagaimana pengaruh waktu paparan ultraviolet (UV) terhadap kerusakan buah salak yang disimpan pada suhu 13⁰C?
3. Bagaimana pengaruh intensitas ultraviolet (UV) terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak (*Salacca edulis reinw*)?
4. Bagaimana pengaruh waktu paparan ultraviolet (UV) terhadap aktivitas antioksidan buah salak (*Salacca edulis reinw*)?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh intensitas ultraviolet (UV) terhadap kerusakan buah salak yang disimpan pada suhu 13⁰C.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu paparan ultraviolet (UV) terhadap kerusakan buah salak yang disimpan pada suhu 13⁰C.
3. Untuk mengetahui pengaruh intensitas ultraviolet (UV) terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak (*Salacca edulis reinw*).
4. Untuk mengetahui pengaruh waktu paparan ultraviolet (UV) terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak (*Salacca edulis reinw*).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dari segi ilmu pengetahuan diharapkan dapat memperluas informasi mengenai pengaruh radiasi UV untuk memperkecil kerusakan dan aktivitas

antioksidan pada buah salak (*Salacca edulis reinw*). dan memberikan alternatif untuk mengendalikan mikroba patogen yang ada di buah.

2. Dari segi petani diharapkan dapat memberikan informasi tentang aplikasi pengawetan bahan pangan dengan memperkecil kerusakan dan meningkatkan nilai jual salak di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

1. Sampel yang digunakan hanya menggunakan satu macam varietas yaitu buah salak pondoh.
2. Berat buah salak antara 42-51 g
3. Waktu pemaparan ultraviolet (UV) adalah 30, 40, dan 50 menit dengan variasi intensitas yaitu 100 mW/cm², 180 mW/cm² dan 260 mW/cm².
4. Sampel yang telah dipapari disimpan pada suhu 13°C.
5. Objek yang terkena paparan hanya pada bagian permukaan atas dan bawah buah karena rawan rusak atau rawan pembusukan.
6. Parameter yang diukur adalah kerusakan pada buah dan aktivitas antioksidan pada buah salak.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Radiasi

Radiasi merupakan pancaran energi melewati suatu materi atau ruangan. Radiasi dapat dipancarkan dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik yang berasal dari proses perubahan atom atau inti atom yang tidak stabil (Ainur, 2011). Radiasi gelombang elektromagnetik berdasarkan kemampuan membentuk ion dibedakan menjadi dua yaitu radiasi pengion dan radiasi non pengion. Radiasi pengion adalah emisi energi ketika melalui suatu media akan terjadi proses penyebaran, energi yang menyebar tersebut dapat menyebabkan terjadinya proses ionisasi pada media yang dilalui. Spektrum gelombang elektromagnetik yang masuk dalam kelompok pengion adalah sinar-x dan sinar gamma. Sedangkan radiasi non pengion adalah emisi energi ketika melalui suatu media akan terjadi proses penyerapan, energi tersebut tidak mampu menyebabkan terjadinya proses ionisasi pada media yang dilalui. Spektrum gelombang elektromagnetik yang masuk dalam radiasi non pengion antara lain sinar ultraviolet, cahaya tampak, inframerah, gelombang mikro (*microwave*) dan elektromagnetik radiofrekuensi (Alatas dan Lusiyani, 2001).

Radiasi non pengion dibagi menjadi dua berdasarkan panjang gelombang yang berhubungan dengan frekuensi dan energi fotonnya yaitu radiasi optik dan radiasi elektromagnetik radiofrekuensi. Terdapat tiga jenis radio optik yaitu radiasi ultraviolet (UV), cahaya tampak, dan inframerah (IR). Sedangkan radiasi gelombang elektromagnetik radio frekuensi panjang gelombangnya dari 1 mm sampai dengan >100 km. Berdasarkan frekuensinya radiasi non pengion

elektromagnetik radiofrekuensi dibedakan menjadi gelombang mikro (30 MHz-300 GHz) dan gelombang radiofrekuensi (0,3-30 MHz) (Alatas dan Lusiyani, 2001).

2.2 Sinar Ultraviolet (UV)

Sinar ultraviolet (UV) ditemukan oleh ahli fisika Jerman yaitu Johann Wilhelm Ritter tahun 1801 melalui percobaannya terhadap garam perak yang dipapari sinar matahari sehingga garam perak tersebut berubah menjadi lebih gelap (Ma'at, 2009). Sinar ultraviolet merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi lebih besar dari sinar ungu sehingga disebut dengan ultra ungu. Sinar ultraviolet memiliki panjang gelombang 100 nm-400 nm yang berada diantara spektrum sinar X dan cahaya tampak. Besarnya intensitas sinar UV dapat diukur dalam satuan mikroWatt/cm² (Alatas dan Lusiyani, 2001). Sumber alami yang memproduksi sinar ultraviolet adalah matahari (Birtalan and William, 2009), sehingga matahari mengelompokkan berdasarkan panjang gelombang yang terdiri dari (Ma'at, 2009):

Tabel 2.1 Pembagian Spektrum Elektromagnetik dari Sinar Ultraviolet

Nama	Panjang gelombang (nm)	Energi per poton
Ultraviolet A (UV-A)	400-315 nm	3.10-3.94 eV
<i>Near</i> (NUV)	400-300 nm	3.10-4.13 eV
Ultraviolet B (UV-B)	315-280 nm	3.94-4.43 eV
<i>Middle</i> (MUV)	300-200 nm	4.13-6.20 eV
Ultraviolet C (UV-C)	280-100 nm	4.43-12.4 eV
<i>Far</i> (FUV)	200-122 nm	6.20-10.2 eV
<i>Vacuum</i> (VUV)	200-10 nm	6.20-124 eV

Firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surat Yunus (2) ayat 5:

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ ۗ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ﴿٥﴾

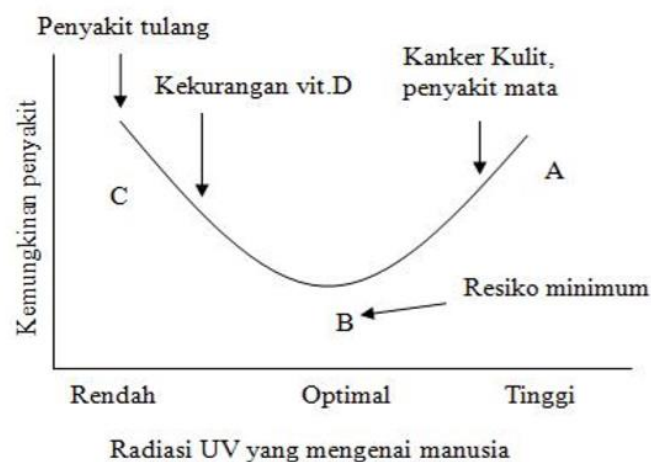
Artinya: “Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya, dan Dialah yang menetapkan tempat-tempat orbitnya, agar kamu mengetahui bilangan tahun, dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahuinya.” (Q.S. Yunus (10): 5).

Indikasi ilmiah dari ayat diatas menjelaskan bahwa semua cahaya berasal dari energi matahari. Indikasi ini berdasarkan dari kata yang mempunyai makna “sesuatu yang terang” dalam hal ini adalah matahari (Al-Maraghi, 1992). Menurut (El-naggar, 2010) menyatakan bahwa sinar matahari merupakan bagian gelombang elektromagnetik yang tersusun atas rangkaian gelombang foton yang tidak berbeda dengan yang lainnya. Cahaya elektromagnetik memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda, mulai dari panjang gelombang terpendek sampai terpanjang yaitu sinar-X, sinar UV, sinar tampak, dan inframerah. Sinar ultraviolet dapat digunakan untuk memperkeras tulang, memberi pigmen pada kulit, dan dapat membunuh bakteri. Namun jika intensitas yang diberikan berlebihan, maka akan menyebabkan penyakit kanker kulit (jati dkk, 2010).

Radiasi ultraviolet tidak mempunyai energi yang cukup besar untuk menginduksi ionisasi seperti halnya sinar-X. namun radiasi ini memiliki kemampuan sebagai mutagen dan pada dosis tinggi radiasi UV dapat membunuh sel. Dalam spektrumnya, ultraviolet adalah sinar elektromagnetik dengan tenaga yang rendah yaitu kurang dari 5 eV dan kekuatan penetrasi yang sangat lemah. Panjang sinar UV berkisar antara 2000-2960 A atau 240-280 nm (Ma'at, 2009). Pada mata, sinar ultraviolet dapat mengakibatkan konjungtivitas fotoelektrika,

misalnya seperti ahli-ahli laboran yang berada di tempat sterilisasi dengan sinar ultraviolet, pencegahan untuk menghindari kemungkinan mata dikenai sinar ultraviolet adalah kaca mata tidak tembus sinar. Berdasarkan panjang gelombangnya, radiasi UV dibagi menjadi 3 bagian yaitu UV-A disebut juga dengan “gelombang panjang” atau “*blacklight*” dengan panjang gelombang 315-400 nm. UV-B disebut dengan “gelombang menengah” atau “*medium wave*” dengan panjang gelombang 280-315 nm. Dan UV-C juga disebut “gelombang pendek” atau “*short wave*” dengan panjang gelombang 100-280 nm (Bismo, 2006).

UV-A atau juga disebut juga “*blacklight*” merupakan sinar yang dapat digunakan untuk *phototherapy* karena sinar ini memiliki tingkat bahaya yang rendah. sinar UV-B tidak dapat dimanfaatkan karena dapat menyebabkan kanker. UV-B ini memiliki energi yang besar dan dapat merusak jaringan hidup. Diluar angkasa UV-B ini banyak diserap oleh atmosfer, ketika terjadi kerusakan pada lapisan ozon akan berakibat fatal untuk manusia karena akan menambah bahaya kanker kulit. Sedangkan sinar UV-C secara keseluruhan diserap oleh udara.



Gambar 2.1 Hubungan Radiasi UV terhadap Terjadinya Penyakit (lucas, *et al.* 2006)

Diantara panjang gelombang tersebut, UV-C mempunyai potensi yang paling baik untuk membunuh mikroorganisme karena panjang gelombang 250-270 nm kuat dan dapat diabsorpsi oleh asam nukleat sel mikroba.

Sinar UV-C hanya dapat efektif untuk mengendalikan mikroorganisme pada permukaan yang terpapar langsung oleh sinar UV-C atau mikroba yang berada didekat permukaan medium transparan. Absorpsi maksimal UV-C di dalam sel terjadi pada asam nukleat, diperkirakan mekanisme utama kerusakan sel oleh sinar UV pada ribosom, sehingga mengakibatkan terjadinya mutasi atau kematian sel. Mutasi adalah suatu perubahan pada rangkaian nukleotida dari asam nukleat. Mutasi dapat berakibat pada protein dan keadaan ini jika tidak bersifat letal, biasanya menimbulkan penampakan fenotip yang berbeda dari keadaan normalnya, karena merupakan perubahan pada materi genetik, maka mutasi diwariskan pada keturunannya. Absorpsi radiasi ultraviolet menyebabkan modifikasi-modifikasi kimiawi dari nukleoprotein serta menimbulkan hubungan silang antara pasangan-pasangan molekul timin (Lucas, *et al.* 2006)

2.3 Intensitas Cahaya Ultraviolet

Intensitas cahaya (I) dengan satuan candela (cd) adalah arus cahaya dalam lumen yang diemisikan setiap sudut ruang (pada arah tertentu) oleh sebuah sumber cahaya. Kata candela berasal dari kata *candle* (lilin) merupakan satuan tertua pada teknik penerangan dan diukur berdasarkan intensitas cahaya standar. Intensitas cahaya (*luminous intensity*) adalah kuat cahaya yang dikeluarkan oleh sebuah sumber cahaya ke arah tertentu (Satwiko, 2004).

Intensitas penerangan atau luminasi di suatu bidang kerja yaitu fluks cahaya yang jatuh pada m^2 dari bidang itu. Satuan untuk intensitas penerangan adalah *lux* (lx), dengan lambang E, maka $1 \text{ luks} = 1 \text{ lumen}/m^2$. Jika suatu bidang yang mempunyai luas A m^2 . Alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya adalah luxmeter. Bagian luxmeter yang peka terhadap cahaya diarahkan pada pantulan datangnya cahaya, dan besarnya intensitas dalam dilihat pada skala. Luxmeter bekerja dengan sensor cahaya (Wijayanto dan Nurunnajah, 2012).

Luxmeter merupakan instrumen *portable* untuk mengukur penerangan sebuah jenis fotometer. Luxmeter paling sederhana terdiri dari sebuah arus listrik yang diukur oleh micrometer pointer-tipe dengan skala dikalibrasi di luxes (lx). Skala yang berbeda-beda sesuai dengan rentang yang berbeda dari cahaya yang sedang diukur (Lastriyanto dkk, 2011).

Intensitas gelombang elektromagnetik dipindahkan melalui gelombang elektromagnetik yang disebut *vector poynting*. Pengertian fisik dari *vector poynting* yaitu menggambarkan laju energi per satuan waktu per satuan luas penampang medium yang dilalui oleh gelombang, baik harga sesaat atau harga rata-rata. *vector poynting* dengan simbol besaran S atau P didefinisikan sebagai produk *vector* dari *vector* intensitas medan listrik E dengan *vector* medan magnetik H pada suatu gelombang elektromagnetik. Jika nilai *vector poyntingnya* besar, maka intensitas gelombangnya juga besar. Perbedaan antara intensitas gelombang dan *vector poynting* adalah intensitas gelombang merupakan suatu besaran skalar, sedangkan *vector poynting* adalah besaran vektor dengan menggambarkan arah perambatan gelombang dan besarnya kerapatan energi gelombang per satuan waktu atau laju energi gelombang dalam satuan joule per sekon per meter persegi (MKS) atau Erg

per sekon per centimeter persegi (CGS). Teori tentang *vector poynting* dikembangkan oleh seorang ilmuwan Inggris yang bernama John Henry Poynting pada tahun 1884. Teori tersebut dinamakan teorema *poynting*, yang diturunkan dari persamaan Maxwell (2.1) dan (2.2). Intensitas gelombang elektromagnetik atau laju energi yang dipindahkan melalui gelombang elektromagnetik disebut dengan *poynting*. Secara vektor, *poynting* dijelaskan sebagai berikut (Peatross dan Ware, 2008):

$$S = E \times H \quad (2.1)$$

$$S = |E||H|a_s \quad (2.2)$$

Keterangan: S = Laju energi per satuan luas (W/m^2) E = Medan listrik (KV/m)
 H = Hamiltonian yang bernilai $\frac{B}{\mu_0}$ dimana B adalah medan magnet
 a_s = Vektor satuan dari vektor S dan arahnya selalu tegak lurus dengan arah vektor E dan vektor H

Dimana :

$$E = \frac{1}{2} [E_0 e^{i(kr-\omega t)} + E_0 e^{-i(kr-\omega t)}] \quad (2.3)$$

$$B = \frac{1}{2} \left[\frac{kxE_0}{\omega} e^{i(kr-\omega t)} + \frac{kxE_0}{\omega} e^{-i(kr-\omega t)} \right] \quad (2.4)$$

Keterangan : E = Medan Listrik (KV/m)
 B = Kuat medan magnet (Weber/m²)
 k = Ketetapan gelombang (m⁻¹)
 r = Jarak titik sumber (m)
 ω = Frekuensi sudut

Dengan substitusi persamaan 2.4, 2.5, dan 2.6 diperoleh rata-rata vektor

poynting (Peatross dan Ware, 2008):

$$\langle S \rangle_t = \hat{u} \frac{n\epsilon_0 c}{2} (|E_{0x}|^2 + |E_{0y}|^2 + |E_{0z}|^2) e^{-2\frac{k\omega}{c}} \hat{u}.r \quad (2.5)$$

$\langle S \rangle_t$ dapat juga disebut radiasi yang terpasang pada bidang tertentu, atau biasanya disebut dengan intensitas yang bergerak pada arah \hat{u} . Pada gelombang elektromagnetik $-2(k\omega/c) \hat{u}.r \cong 0$ maka secara umum, intensitas dapat dituliskan (Peatross dan Ware, 2008) :

$$I = \frac{n\epsilon_0 c}{2} E_0 \cdot E_0^* = \frac{n\epsilon_0 c}{2} (|E_{0x}|^2 + |E_{0y}|^2 + |E_{0z}|^2) e^{-2\frac{k\omega}{c}} \quad (2.6)$$

Keterangan : I = Intensitas cahaya (W/cm²)
 N = Indeks bias
 ϵ_0 = Permeabilitas (F/m)
 c = Cepat rambat cahaya (3x10⁸m/s)

Foton dapat dipandang sebagai unit terkecil dari energi radiasi. Energi foton yang sesuai terdapat di semua spektrum elektromagnetik dalam berbagai panjang gelombang. Penyerapan cahaya adalah transformasi energi foton cahaya ke bentuk energi foton cahaya yang lain saat mereka bergerak melewati suatu zat. Ketika sinar UV melewati suatu zat, intensitasnya (I) akan terpengaruh sesuai persamaan (Koutchma et al., 2009):

$$\frac{I_1}{I_0} = 10^{-\alpha_{10}d} = 10^{-A} = e^{-\alpha_e d} \quad (2.7)$$

Keterangan: I dan I₀ = Intensitas sinar UV (mW/cm²)
 d = Jarak yang ditempuh oleh cahaya
 α_{10} = Koefisien absorpsi logaritmik medium (cm⁻¹)
 α_e = Koefisien Napierian dari medium (cm⁻¹)
 A = Absorbansi logaritmik suatu zat pada panjang gelombang tertentu

Hubungan antara intensitas cahaya dengan jarak sesuai dengan Hukum Kuadrat Terbalik (*Inverse Square Law*) yaitu besarnya intensitas atau kekuatan fisika berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumber pemancarnya. Hubungan intensitas dengan jarak dari sumber (Satwiko, 2004):

$$I \sim \frac{1}{r^2} \quad (2.8)$$

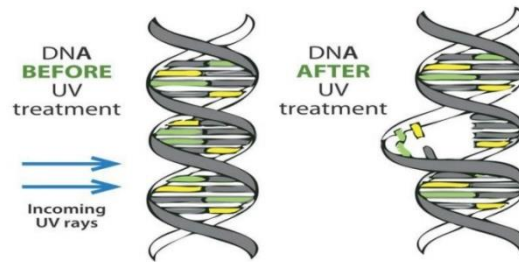
Keterangan: I = Intensitas radiasi
 r = Jarak dari sumber

2.4 Interaksi Sinar Ultraviolet (UV) terhadap Materi

Mikroorganisme adalah struktur organik sederhana yang siap menyerap panjang gelombang UV dan menyebabkan *foto-disassociation* (pengancuran). DNA seperti asam deoksiribonukleat pertama kali memiliki efek negatif karena ikatan molekulnya yang lebih lemah. Dalam satuan per detik mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki. Hilangnya instruksi genetik selanjutnya dapat menyebabkan kematian sel atau ketidakmampuan untuk mereplikasi. Sehingga pemaparan secara terus-menerus akan menyebabkan degradasi tanpa gangguan. Menurut Droge (2002), suatu objek yang dipapari oleh sinar ultraviolet secara terus menerus akan mengakibatkan terjadinya perubahan struktur dan komposisi serta timbulnya stress oksidatif pada objek tersebut. Misalnya pada kulit buah, jika kulit buah yang dipapari sinar ultraviolet secara terus menerus maka akan mengakibatkan perubahan-perubahan dalam jangka pendek yang bersifat akut seperti pigmentasi, eritema, fotosensitivitas, bahkan hingga efek panjang seperti pengerutan kulit (Koutchma et al., 2009).

Proses inaktivasi mikroorganisme yang menyerap sinar UV dapat merusak asam nukleat sehingga mencegah terjadi replika mikroorganisme. Panjang gelombang sinar UV yang dapat di absorpsi oleh asam nukleat sebesar 200-310 nm. Panjang gelombang tersebut dapat menyebabkan terjadinya kerusakan struktur DNA dan RNA sehingga akan terjadi kerusakan awal yang mana terbentuk dimer pirimidin. Dimer ini dapat menghambat mikroorganisme bereplika sehingga tidak aktif atau tidak dapat menginfeksi. Pada kondisi ini proses perbaikan yang salah terjadi karena mereplika sel melalui DNA yang rusak, sehingga dapat menyebabkan terjadi mutasi sel. Sinar UV dapat menghasilkan timin dimer dari ikatan kovalen

antara dua molekul timin. Timin dimer ini akan merusak atau mematikan sel karena DNA yang mengandung timin dimer tidak dapat melakukan replika dan transkripsi. Pada panjang gelombang 260 nm bersifat sangat efektif untuk menyebabkan perubahan kromosom (merubah genetika) (Lomrah, 2017). Proses sinar UV dapat merusak DNA dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Pengaruh sinar UV terhadap DNA sel hidup
(Koutchma et al., 2009)

Lamanya penyinaran ultraviolet akan berpengaruh terhadap kematangan, umur simpan, dan mutu buah. Dari hasil penelitian (setyaning dkk, 2012) diketahui bahwa semakin lama penyinaran ultraviolet maka kandungan total asam titrasi buah semakin meningkat, penyinaran selama 10 menit kekerasan buah tomat dapat dipertahankan lebih lama karena penyinaran ultraviolet dapat menurunkan aktivitas enzim penyusun dinding sel yaitu poligalakturonase dan pektin metil esterase, serta penyinaran selama 20 menit memperbesar presentase susut berat buah sehingga menurunkan nilai kualitas visual buah.

Penyerapan molekul DNA terhadap radiasi UV tergantung pada panjang gelombang sinar UV. Sinar UV memiliki daya penetrasi yang sangat rendah sehingga penggunaan sinar UV lebih efektif pada permukaan yang terpapar langsung oleh sinar UV dan bakteri yang menempel pada medium yang transparan (Sarinaningsih, 2016). Terdapat beberapa tahap yang berlangsung selama proses

pemaparan cahaya terhadap mikroorganisme. Tahap pertama adalah fotofisika, yaitu diawali dengan absorpsi foton cahaya oleh molekul porfirin. Proses absorpsi cahaya ini berlangsung sangat cepat yaitu 10-15 detik. Tahap kedua yaitu proses fotokimia, tahap ini berperan dalam perubahan energi dan struktur elektron karena eksitasi molekul setelah proses absorpsi. Terdapat tahap fotobiologi, yaitu melibatkan perubahan sel organisme yang disebabkan karena interaksi cahaya (Grossweiner, 2005).

2.5 Buah Salak (*Salacca edulis reinw*)



Gambar 2.3 Buah Salak Pondoh (Kusmiadi, 2011)

Buah salak mempunyai prospek yang baik karena cukup disukai, bernilai ekonomi tinggi dan tanamannya berumur panjang, sehingga dapat memberikan hasil dalam jangka waktu yang lama (Chayuningdari, 2000). Secara tekstur, salak pondoh memiliki perbedaan dengan salak jenis lain yaitu lebih keras. Ukuran salak pondoh juga relatif kecil, warna dagingnya lebih putih, dan kulitnya lebih hitam dari salak jenis lainnya. Penurunan kualitas yang terjadi pada buah-buahan segar akibat oleh penanganan pada saat panen dan pascapanen yang kurang baik. Perlakuan ini dapat mengakibatkan kerusakan mekanis, fisiologis, mikrobiologis, dan penundaan panen.

Pada kondisi yang baik, buah salak pondoh memiliki beberapa faktor mutu antara lain penampilan, tekstur, kondisi, cita rasa, dan nilai nutrisi. Seiring dengan lamanya usia penyimpanan setelah panen, maka buah salak pondoh akan mengalami penurunan kualitas. Pada umumnya terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas antara lain adalah cendawan, inang, dan lingkungan. Cendawan patogen sangat banyak dijumpai pada saat buah masih berada pada tanaman atau di dalam ruang simpan. Meskipun demikian, hanya beberapa patogen yang mampu tumbuh dan berkembang kemudian menimbulkan kerusakan.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Daging Buah Salak (Setiap 100 g) (Rukmana, 1990).

Kandungan Gizi	Proporsi
Kalori	77.0 kal
Protein	0.40 g
Karbohidrat	20.90 g
Kalsium	28.00 mg
Fosfor	18.00 mg
Zat Besi	4.20 mg
Vitamin B	0.04 mg
Vitamin C	2.00 mg
Air	78.00 mg
Bagian yang dapat dimakan	50 %

Salak merupakan komoditas yang kaya dengan kandungan gizi berupa kalori, protein, karbohidrat, mineral, dan vitamin. Komposisi kimia daging buah salak berubah dengan semakin meningkatnya umur buah dan bervariasi menurut varietasnya. Salak mempunyai kandungan kimiawi yang relatif konstan pada umur

5 bulan sesudah bunga mekar. Pada umur tersebut kadar gulanya mencapai nilai tertinggi, sedangkan kadar asam dan taninnya rendah. hal ini yang menyebabkan umur 5 bulan setelah bunga mekar adalah umur terbaik untuk konsumsi karena rasanya manis dan rasa asam hampir tidak ada (Chayuningdari, 2000). Buah salak juga memiliki kandungan fotokimia. Kandungan fotokimia merupakan kandungan metabolik sekunder pada suatu tanaman.

Tabel 2.3 Golongan Senyawa Lain pada Ekstrak Buah Salak (Leontowicz *et al.* 2006)

Kandungan	Proporsi
Polifenol	14,9±1,5 mg GAE
Plavonoid	3,33±0,1 mg CE
Flavonol	0,38±0,02 mg CE
Tanin	6,48±0,3 mg CE
Asam askorbat	13,98±0,7 mg

Leontowicz *et al.* (2006) menyebutkan bahwa kandungan polifenol pada buah salak lebih tinggi daripada buah manggis, dimana kandungan polifenol buah salak sebesar 14,9±1,5 mg GAE/g sedangkan kandungan polifenol pada buah manggis sebesar 9,2±0,8 mg GAE/g.

Salah satu dari jenis buah tropis yang memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dari jenis buah tropis yang lain adalah salak. Aktivitas antioksidannya bahkan lebih tinggi dari manggis, alpukat, jeruk bali, pepaya, mangga, kiwi, pomelo, lemon, nanas, apel, rambutan, pisang, melon, tomat dan semangka. Risiko terjadinya penyakit tersebut dapat dikurangi dengan penggunaan senyawa antioksidan yang mampu menangkap radikal bebas (Leong dkk, 2002).

Tabel 2.4 Nilai AEAC pada Buah-Buahan (Leong dkk, 2002)

No	Nama buah	Nilai AEAC (mg/100g)
1	Salak	260+- 32,5

2	Manggis	150 +- 23,3
3	Alpukat	143 +- 16,5
4	Pepaya	141 +- 26,7
5	Mangga	139 +- 21,5
6	Kiwi	136 +- 21,5
7	Nanas	85,6 +- 21,3
8	Apel	78,9 +- 2,7
9	Rambutan	71,5 +- 7,6
10	Pisang	48,3 +- 1,2
11	Tomat	38 +- 1,7
12	Semangka	11,9 +-2,2

Radikal bebas merupakan molekul atau fragmen molekul yang mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital atomnya. Secara teoritis, radikal bebas dapat terbentuk bila terjadi pemisahan ikatan kovalen. Radikal bebas dianggap berbahaya karena menjadi sangat reaktif dalam upaya mendapatkan pasangan elektronnya. Selain itu dapat terbentuk radikal bebas baru dari atom atau molekul yang elektronnya terambil untuk berpasangan dengan radikal bebas sebelumnya. Oleh karena sifatnya yang sangat reaktif dan gerakannya yang tidak beraturan, apabila terdapat di dalam tubuh makhluk hidup dapat menimbulkan kerusakan di berbagai bagian sel. Kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh serangan radikal bebas antara lain kerusakan membran sel, protein, DNA, dan lipid. Kerusakan tersebut dapat menyebabkan timbulnya berbagai macam penyakit degeneratif seperti katarak, kanker, atherosklerosis, dan proses penuaan (Halliwell, 2001).

Tubuh manusia tidak mempunyai cadangan antioksidan dalam jumlah berlebih, sehingga jika terjadi paparan radikal bebas berlebih maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen. Berdasarkan sumbernya, antioksidan eksogen

dibagi menjadi dua yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetis. Antioksidan sintetis misalnya BHA (butylated hydroxy anisole), BHT (butylated hydroxy toluene), PG (propyl gallate), dan TBHQ (tertiary butyl hydroquinone) (Halliwell, 2001). Hasil penelitian menunjukkan bahwa antioksidan sintetis BHA dan BHT dapat meracuni binatang percobaan dan pada pemaparan yang lama dapat meningkatkan risiko karsinogenesis (Hertiani, dkk., 2000). Oleh karena itu dicari sumber antioksidan bahan alam yang lebih aman untuk digunakan.

Tabel 2.5 Kategori Kekuatan Aktivitas Antioksidan (Leontowicz *et al.* 2006)

No	Kategori	Konsentrasi ($\mu\text{g/ml}$)
1	Sangat kuat	<50
2	Kuat	50-100
3	Sedang	101-150
4	Lemah	151-200

Tabel 2.6 Kapasitas Antioksidan Total dalam Uji AEAC (Leong dkk, 2002)

No	Nilai AEAC (mg/100g)	Kapasitas antioksidan
1	<600	Tinggi
2	200-600	Agak tinggi
3	70-200	Sedang
4	>70	Rendah

2.6 Faktor yang Mempengaruhi Pembusukan pada Buah

Faktor yang mempengaruhi pembusukan pada buah diantara mikroorganisme, kelembaban udara, serta kandungan air didalamnya sehingga mudah membusuk. Namun faktor yang paling utama adalah mikroorganisme berupa jamur atau bakteri. Setiap bakteri yang menyerang buah dalam pascapanen mempunyai penyerangan yang beragam. Diantaranya, melalui lubang alami dan yang lain melalui luka pada buah. pada buah yang sangat penting perannya adalah lentisel. Bakteri pascapanen mampu menghasilkan enzim pengurai dinding sel, yaitu enzim endopoligalakturonase dan endopolimetilgalakturonase, yang pengaruhnya ditentukan

oleh kekuatan inangnnya. Pada inang yang rentan, infeksi bakteri secara alami memungkinkan bakteri menyerang dengan menggunakan senjata enzim. Selain itu, tingkat keparahan pembusukan buah juga ditentukan oleh inoculum potensi awal serta kondisi lingkungan. Pembusukan buah dipengaruhi oleh beberapa penyebab, hal ini terdapat beberapa faktor yang berperan penting pada tingkat pembusukan buah antara lain (Soesanto, 2006):

- a. Lentisel: merupakan pintu masuk alami bagi banyak patogen pascapanen yang terdapat pada buah. Lentisel ini berfungsi sebagai jalan pemasukan gas yang bau dan pembuangan gas serta uap air sebagai hasil samping metabolisme (respirasi) dari dalam buah. Adanya lapisan gabus pada lentisel sangat menentukan tingkat kerentanan terhadap serangan patogen tersebut.
- b. Susunan dinding sel: Dinding sel buah merupakan bagian terluar buah. Dinding sel buah ini berfungsi sebagai penghalang pertama yang menentukan tingkat ketahanan struktur buah terhadap serangan bakteri, dan terdapat beberapa faktor penting lainnya.

Buah salak pondok yang terserang cendawan memiliki aroma dan cita rasa yang tidak sedap serta tekstur yang lunak. Suharjo dan Wijadi (1991) melaporkan bahwa buah salak pondok yang busuk disebabkan oleh serangan cendawan *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Ceratocystis paradoxa*. Menurut Kusuma *et al* (1995) gejala buah yang busuk akibat serangan *Ceratocystis paradoxa* dimana ujung mulai melunak, jika dikupas akan tampak daging berwarna coklat hitam, lunak, dan basah. Permukaan kulit buah yang terserang *Fusarium sp* tertutup oleh miselium berwarna putih, daging buah busuk. Sedangkan buah busuk diakibatkan

oleh *Aspergillus* sp dimulai dari pangkal buah dengan ditandai adanya konidiofor dan kepala berkonidium berwarna kuning.

Murtianingsih *et al.* (1996) melaporkan bahwa penyebab penyakit pascapanen pada buah salak pondoh adalah busuk buah yang disebabkan oleh *Thielaviopsis* sp. Jika buah dikupas akan terlihat daging buah yang lunak berwarna coklat dan basah buah salak pondoh terserang cendawan dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Buah Salak Pondoh Terserang Cendawan (Kusmiadi, 2011)

Salah satu penyakit pada buah salak adalah penyakit buah busuk yang diawali dari gejala jamur putih. Hasil identifikasi terhadap jamur yang menyebabkan penyakit busuk pada buah salak menunjukkan kebusukan salak pondoh disebabkan oleh *Chalaropsis* sp. Buah salak yang disimpan dengan tandan lebih tahan dibandingkan salak pondoh yang telah terlepas dari tandannya dan infeksi jamur semakin cepat dengan adanya luka pada salak pondoh. Buah yang terserang menjadi busuk berair, dan akibatnya buah tidak dapat di konsumsi. Pemicu penyakit ini adalah kelembaban yang tinggi. Pengendaliannya dilakukan dengan membuang buah salak yang rusak agar tidak menular ke buah sehat dan melakukan pemangkasan daun tanaman maupun tanaman penaung yang terlalu rimbun (Sutoyo, 2010).

2.7 Pengaruh Paparan Ultraviolet terhadap Buah

Cahaya ultraviolet apabila mengenai suatu objek maka akan mengalami absorpsi atau penyerapan cahaya. Absorpsi merupakan suatu bentuk interaksi cahaya dengan atom absorpsi yang terjadi ketika cahaya masuk bertumbukan langsung dengan atom-atom pada material dan menyerap energinya pada elektron atom. cahaya mengalami perambatan dan akhirnya berhenti, sehingga pancaran cahaya yang keluar dari material berkurang dibandingkan dengan cahaya yang masuk. Hal ini sesuai dengan persamaan (Setiawan, 2011):

$$\alpha = -\log(T) = -\log \frac{I_t}{I_0} \quad (2.11)$$

Keterangan: α = koefisien absorpsi suatu bahan

T = transmisi

I_t = intensitas cahaya yang ditransmisikan (watt/m²)

I_0 = intensitas cahaya datang (watt/m²)

Interaksi ultraviolet (UV) pada suatu objek yaitu absorbansi cahaya ultraviolet akan mengakibatkan transisi elektron, yaitu perpindahan elektron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi tinggi. Energi yang terserap kemudian terbuang sebagai cahaya (tersalurkan dalam reaksi kimia). Absorbansi cahaya ultraviolet akan meningkatkan energi elektronik sebuah molekul, artinya energi yang disumbangkan oleh foton memungkinkan elektron-elektron mengatasi batasan inti dan pindah keluar orbital yang energinya lebih tinggi. Semua molekul dapat menyerap radiasi UV karena mengandung elektron dan dapat tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Absorpsi untuk transisi elektron seharusnya tampak pada panjang gelombang diskrit sebagai suatu spektrum garis atau peak tajam. Namun hal ini berbeda karena spektrum UV terdiri dari pita absorpsi, lebar pada daerah panjang gelombang. Hal ini disebabkan

terbaginya keadaan dasar dan keadaan eksitasi sebuah molekul mengalami rotasi dan vibrasi (Setiawan, 2011).

Pada proses penyinaran, terjadi suatu proses fotofisika yaitu absorpsi satu foton cahaya oleh senyawa pada ekstrak buah salak. Selain dalam bentuk absorpsi, cahaya ada yang ditransmisikan. Penyerapan cahaya terjadi ketika setiap molekul hanya menyerap satu foton pada waktu tertentu dan foton ini menyebabkan terjadinya eksitasi pada satu elektron dalam suatu molekul. Hal ini disebut dengan Hukum *Stark-Einstein*. Elektron valensi yang berada pada orbit dasar yang stabil merupakan elektron yang biasanya tereksitasi dan didorong menjauhi inti (bermuatan positif) dengan jarak yang sebanding dengan jumlah energi foton yang diserap. Molekul pigmen yang telah menangkap foton akan berada pada kondisi tekeksitasi sebagian. Dalam hal ini pengabsorpsi cahaya ultraviolet yang terjadi dalam ekstrak buah salak (Chintya dan Nisa, 2015).

Buah yang dipapari UV dengan dosis rendah dapat menyebabkan beberapa perubahan, seperti produksi komponen antifungi dan menunda kematangan. Endogenous putresin, spermidin dan spermin dapat ditingkatkan setelah paparan UV dan tingginya konsentrasi poliamin akibat respon dari UV sangat bermanfaat dalam meningkatkan ketahanan buah terhadap kerusakan (Setiawan, 2011).

Menurut (Costa, dkk., 2005) menyatakan bahwa UV merupakan metode non-kimia yang dapat menunda degradasi klorofil, menghambat kerusakan dan kehancuran jaringan serta mempertahankan kapasitas antioksidan pada brokoli. Mekanisme efek waktu paparan UV terhadap penyimpanan yaitu sinar UV yang dipancarkan pada buah tersebut akan mengalami absorpsi dan terjadi ionisasi saat penyinaran, sehingga terjadi transisi elektron, dimana elektron dari sinar UV ke buah akan

mempengaruhi proses metabolisme sel dalam jaringan buah, dan vegetative sel tersebut. Semakin lama radiasi yang terserap oleh buah maka akan menghambat proses kerusakan sel pada buah.

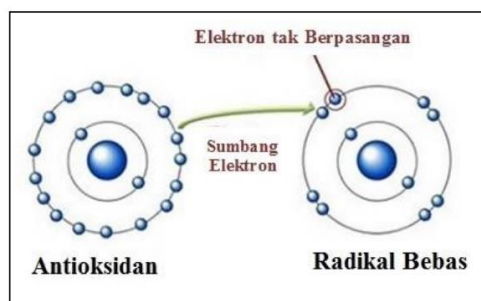
Mekanisme iradiasi dasar UV melibatkan reaksi fotokimia dengan dua cara (Karim Shah, dkk., 2016) :

- a. Reaksi Langsung; penyerapan foton cahaya oleh molekul dapat menghasilkan reaksi kimia dan dapat mengubah keadaan (terekstisasi).
- b. Fotosensitizer; jenis yang paling umum dari reaksi *photosensitizing* adalah foto-oksidasi. Fotosensitizer biasanya terekstisasi dari keadaan dasar ke singlet dalam waktu singkat yang kemudian mengalami konversi ke keadaan *triplet* dalam waktu lama. *Triplet* sensitizer dapat bereaksi lebih lanjut dengan dua jalur utama: oleh proses hydrogen (transfer elektron) atau dengan reaksi transfer energi.

2.8 Pengaruh Paparan UV terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah

Antioksidan adalah nutrisi penting bagi manusia, Tubuh manusia tidak mempunyai cadangan antioksidan dalam jumlah berlebih, sehingga jika terjadi paparan radikal bebas berlebih maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen. Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga reaksi radikal bebas tersebut dapat menghambat dan mencegah terbentuknya radikal bebas baru. Antioksidan dapat menangkap radikal bebas sehingga menghambat mekanisme oksidatif yang merupakan penyebab penyakit-penyakit degenerative seperti penyakit jantung, kanker, katarak, disfungsi otak dan arthritis (Hertiani, dkk., 2000).

Sinar UV merupakan salah satu terbentuknya radikal bebas. Radikal bebas ini adalah suatu senyawa atau molekul yang mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital luarnya. Radikal bebas memiliki sifat yang reaktif dan tidak stabil. Elektron yang tidak berpasangan pada orbit luar secara spontan akan menarik elektron makromolekul yang terdapat disekitarnya. Elektron makromolekul yang tertarik akan terdegradasi dan mengalami peroksidasi sehingga akan terjadi kerusakan pada organel atau sel. Kerusakan yang terjadi akibat adanya radikal bebas dapat dinetralkan dengan aktivitas antioksidan (Halliwell, 2001).



Gambar 2.5 Antioksidan Menetralkan Radikal Bebas (Halliwell, 2001).

Kandungan antioksidan meliputi polifenol, flavonoid, flavonol, tanin, dan asam askorbat. Senyawa fenolik seperti flavonoid berpotensi untuk mengurangi resiko penyakit seperti jantung coroner dan kanker. Flavonoid mempunyai kemampuan dalam menyerap sinar UV. dan penyinaran UV juga dapat menurunkan aktivitas enzim askorbat. Hal ini disebabkan karena asam askorbat adalah senyawa bioaktif yang peka terhadap cahaya. Sinar UV juga dapat mendorong terjadinya oksidasi, sehingga proses oksidasi lebih efektif, oleh karena itu sinar UV dapat sebagai oksidator pada proses penyinaran pada buah (Costa dkk, 2005). Sinar UV dapat merangsang atau menghambat sintesis senyawa bioaktif tergantung pada perbedaan kapasitas antioksidan pada buah (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2001). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iradiasi sinar UV dapat meningkatkan

kandungan senyawa bioaktif dan antioksidan dalam buah-buahan dan sayur-sayuran. Telah terbukti bahwa pada bubuk ampas lemon yang diiradiasi dengan sinar UV secara signifikan dapat meningkatkan kandungan fenolik total, kandungan flavonoid total, proantosianidin, dan kapasitas antioksidan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan UV berpotensi untuk meningkatkan kandungan senyawa bioaktif (Papoutsis et al., 2016). Menurut Chintya dan Nisa (2015), semakin besar daya lampu UV dan lama waktu radiasi menyebabkan aktivitas antioksidan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena antioksidan merupakan senyawa fenolik yang tidak stabil dan mudah rusak akibat cahaya sehingga berakibat pada penurunan antioksidan.

Secara sederhana antioksidan dinyatakan sebagai senyawa yang mampu menghambat atau mencegah terjadinya oksidasi. Antioksidan memiliki kemampuan dalam memberikan elektron, mengikat dan mengakhiri reaksi berantai radikal bebas yang mematikan. Antioksidan yang dipakai kemudian didaur ulang oleh antioksidan lain untuk mencegahnya menjadi radikal bebas (bagi dirinya sendiri) atau tetap dalam bentuk tersebut tetapi dengan struktur (Rohdiana, 2008). Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat oksidasi dengan cara bereaksi dengan radikal bebas reaktif membentuk radikal bebas tak reaktif yang relatif stabil. Salah satu penelitian mengetahui bahwa lama paparan sinar UV dapat mengakibatkan aktivitas sari buah murbei mengalami penurunan (Chen, 2006).

Untuk menentukan aktivitas antioksidan pada buah dapat menggunakan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) secara spektroskopi. Metode DPPH merupakan metode yang cepat, sederhana dan tidak membutuhkan biaya tinggi dalam menentukan kemampuan antioksidan menggunakan radikal bebas DPPH.

Metode ini sering digunakan untuk menguji senyawa yang berperan sebagai *free radical scavengers* atau donor hydrogen dan mengevaluasi aktivitas antioksidannya, serta mengkualifikasi jumlah kompleks radikal-antioksidan yang terbentuk. Metode DPPH dapat digunakan untuk sampel yang berupa padatan maupun cairan Serapan yang kuat pada panjang gelombang 517 nm dengan warna ungu. Warna ungu akan berubah menjadi kuning ketika terdapat senyawa antioksidan yang meredam radikal bebas DPPH (Prakash, 2001).

Parameter yang digunakan untuk mengetahui besarnya kemampuan senyawa sebagai aktivitas antioksidan yaitu IC50. Nilai IC50 merupakan konsentrasi senyawa antioksidan yang dibutuhkan untuk mengurangi radikal DPPH sebesar 50%. Nilai IC50 diperoleh dari persamaan regresi linier yang mengatakan hubungan antara konsentrasi ekstrak atau fraksi uji sebagai sumbu x dan % penangkapan radikal bebas sebagai sumbu y. makin kecil nilai IC50 maka semakin aktif ekstrak atau fraksi uji tersebut sebagai senyawa penangkap radikal DPPH atau senyawa antioksidan (Prakash dkk, 2001).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental, karena data yang diperlukan diambil secara selangsung dari objek penelitian untuk memperoleh data pengamatan tentang pengaruh paparan sinar ultraviolet (UV) untuk memperkecil kerusakan dan aktivitas antioksidan pada buah salak (*Salacca edulis reinw*).

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada Bulan Januari 2020 s/d November 2020 di Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika, dan Laboratorium Instrumen Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

1. Spektrofotometer UV-Vis
2. Luxmeter
3. Lampu ultraviolet (20 watt)
4. LAF (*Laminar Air Flow*)
5. Termometer
6. Lemari pendingin
7. Autoklaf
8. Timbangan analitik
9. Gelas ukur (100 ml)
10. Labu ukur (25 ml)

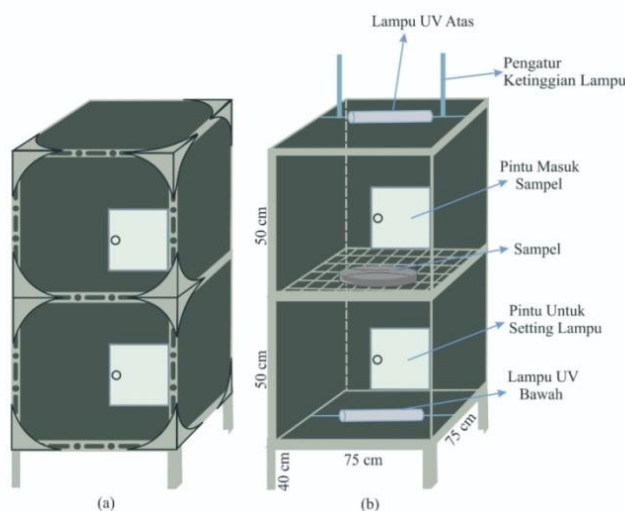
11. Labu ukur (50 ml)
12. Labu ukur (100 ml)
13. Beaker Glass (100 ml)
14. Beaker Glass (50 ml)
15. Pipet ukur (1 ml)
16. Pipet ukur (10 ml)
17. Pipet ukur (20 ml)
18. Pipet tetes
19. Mortal dan pastle
20. Pengaduk kaca
21. Pekor
22. Spatula
23. Stopwatch
24. Wadah plastik
25. Spidol
26. Kuas
27. Gunting

3.3.2 Bahan Penelitian

1. Buah salak
2. Alkohol
3. DPPH (Sigma 1,1-*diphenyl-2-picrylhydrazyl*)
4. Metanol (Merck)
5. Alumunium foil
6. Kertas karton manila
7. Plastik transparan
8. Kertas saring

3.4 Desain Rangkaian Alat

Desain rangkaian alat adalah rancangan yang dibuat sebagai kegiatan yang akan dilakukan. Adapun desain rangkaian alat sebagai berikut:



Gambar 3.1 Desain Rangkaian Alat

Gambar (a) merupakan rangkaian dasar pada penelitian ini. Rangkaian tersebut digunakan untuk menyinari sampel dengan bantuan cahaya ultraviolet. Rangkaian dasar menggunakan penyangga dari besi dengan ukuran 140 cm x 75 cm x 75 cm. pada bagian penutup samping menggunakan karton tebal dan triplek di bagian atas dan bawah yang dilapisi dengan kertas aluminium foil agar sinar tidak keluar mengenai benda disekitarnya. Triplek juga digunakan sebagai penyangga lampu agar lampu kuat saat diatur ketinggiannya.

Gambar (b) merupakan rangkaian untuk menempatkan 2 buah lampu ultraviolet. Posisi lampu berada diatas dan dibawah serta terdapat jaring di bagian tengah yang berfungsi sebagai tempat sampel. Terdapat pula tambahan besi di bagian atas yang digunakan untuk mengatur tinggi rendahnya lampu, dua pintu yang berfungsi sebagai pintu masuk sampel dan pintu untuk *setting* lampu.

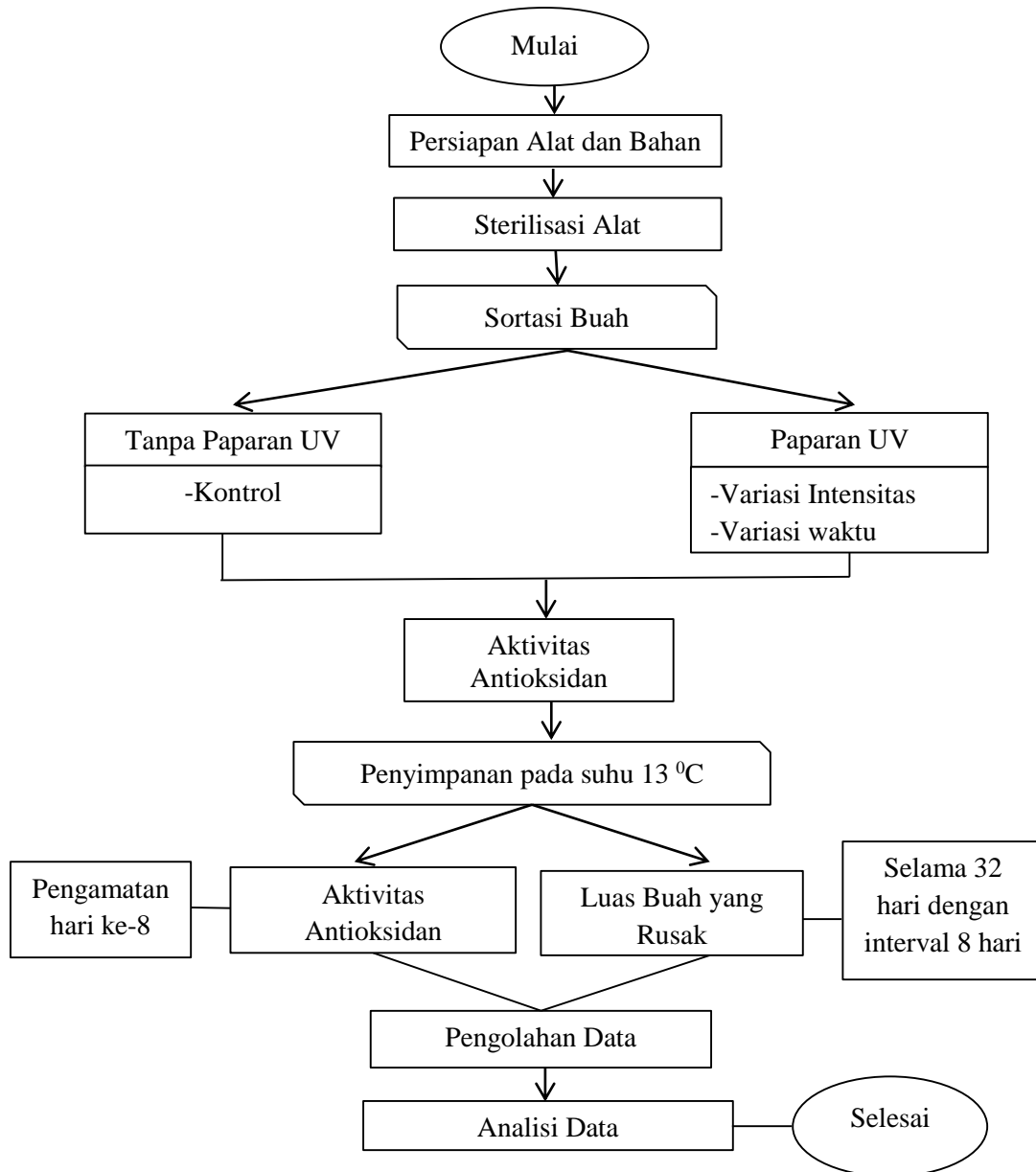
3.5 Rancangan Penelitian

Alat dan bahan disiapkan terlebih dahulu sebelum dilakukan penelitian. Lalu alat di sterilisasi dengan cara membungkus gelas ukur, labu ukur, beaker glass, pipet ukur, pipet tetes, pengaduk kaca, dan spatula menggunakan kertas aluminium foil kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi (*per square inchi*) selama 15 menit. Setelah itu dipisah buah salak yang masih bagus dari buah salak yang sudah busuk.

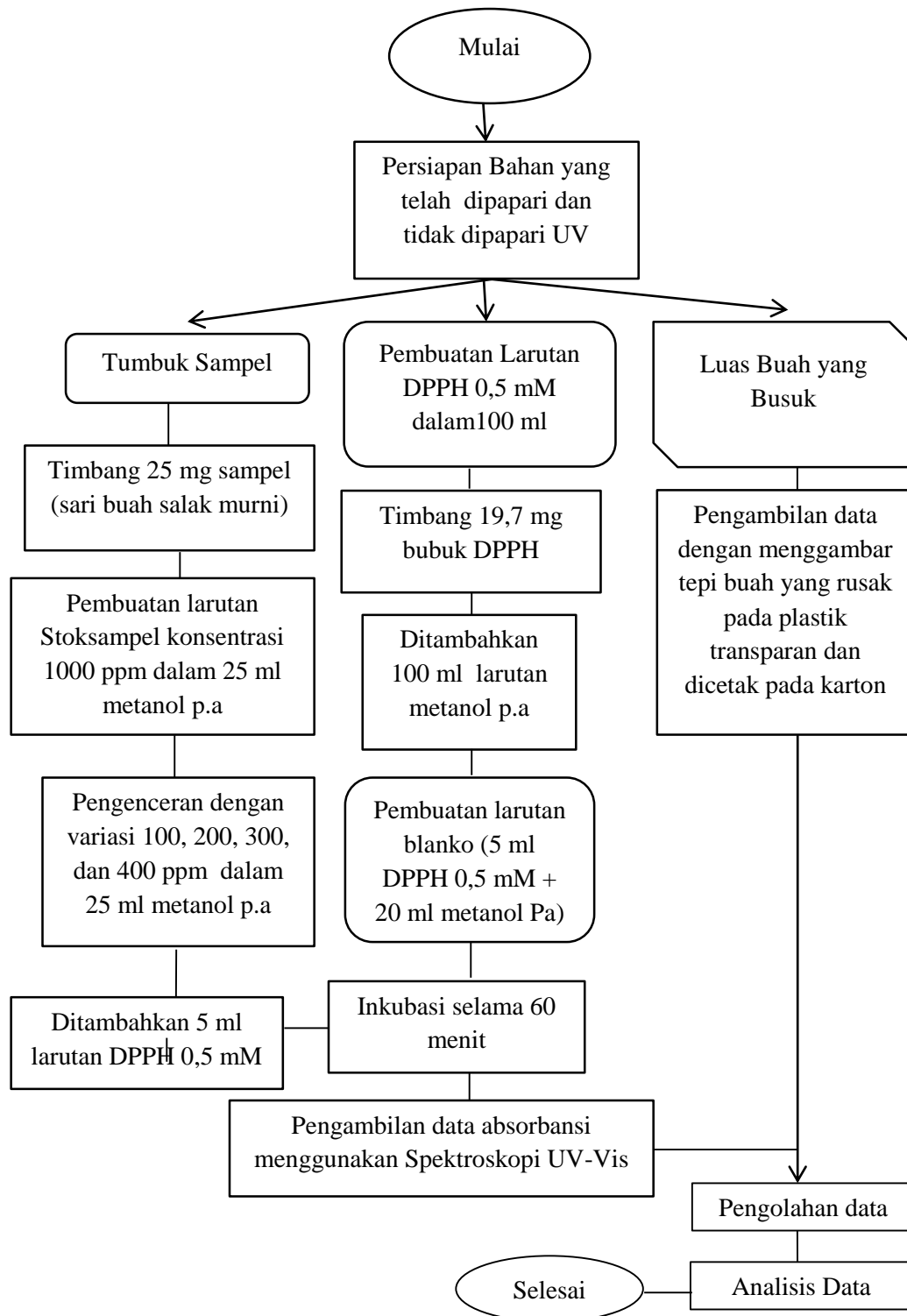
Pada kelompok yang tidak dipapari ultraviolet (kontrol), buah salak terlebih dahulu diuji kandungan antioksidannya dengan cara di ekstraksi. kemudian buah salak lainnya disimpan pada suhu 13 °C selama 32 hari. Pada hari ke-8 diuji kembali kandungan antioksidannya untuk mengetahui perbedaan pengaruh buah sebelum disimpan dan setelah disimpan pada suhu tersebut dan diamati juga luas buah yang rusak selama 32 hari dengan 8 hari pengamatan.

Pada kelompok yang dipapari ultraviolet (UV) selama 30, 40, dan 50 menit dengan variasi intensitas sebesar 100 mW/cm² dan 180 mW/cm² dan 260 mW/cm². Buah salak diuji aktivitas antioksidannya setelah dipapari ultraviolet dan diuji kembali pada hari ke-8 setelah penyimpanan pada suhu 13 °C. Kemudian diamati luas buah yang rusak setelah penyimpanan selama 32 hari dengan interval 8 hari pengamatan. Untuk mengetahui aktivitas antioksidan yang ada di buah dengan menggunakan alat spektroskopi UV-Vis dengan mengambil nilai absorbansinya. Perhitungan luas buah yang rusak dilakukan secara manual dengan cara menggambar bagian buah yang rusak pada plastik transparan dan dicetak kembali pada karton tebal. Hasil data yang diperoleh diolah dengan analisis deskriptif dan selesai.

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Penentuan Buah yang Rusak dan Aktivitas Antioksidan

Buah sebagai kelompok kontrol dan kelompok yang dipapari Sinar ultraviolet (UV) diuji aktivitas Antioksidannya. Cara untuk menentukan aktivitas antioksidan tersebut yaitu buah ditumbuk hingga halus. Kemudian dibuat larutan

induk dengan cara ditimbang berat 0,025 setelah itu dimasukkan ke dalam beaker glass 25 ml dicampur dengan methanol p.a hingga tanda batas kemudian larutan sampel tersebut disaring di ambil filtratnya, setelah diencerkan dengan larutan standarnya, dimasukkan kedalam labu ukur 25 ml. Pembuatan DPPH 0,5 mM dari 19,716 mg bahan DPPH dilarutkan dengan metanol p.a hingga tanda batas menggunakan elenmeyer 100 ml. kemudian dibuat larutan standart dengan dipipet larutan DPPH 0,5 mM sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 m dengan ditambah metanol hingga tanda batas, setelah itu diinkubasi selama 60 menit. kemudian dimasukkan ke dalam Spektroskopi-Vis untuk mengukur nilai absorbansinya dengan panjang gelombang 517. Dicatat nilai Absorbansinya dan dihitung %inhibisi dengan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{inhibisi} = \frac{\text{absorbansi kontrol} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Sterilisasi

Sterilisasi Alat dilakukan sebelum semua peralatan digunakan, yaitu dengan cara membungkus semua peralatan dengan menggunakan kertas alumunium foil kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tenakan 15 psi(*per square inchi*) selama 15 menit. Alat yang tidak tahan suhu tinggi disterilkan dengan zat kimia berupa alkohol 70%.

3.7.2 Sortasi Buah

Buah salak yang telah disiapkan dibersihkan dengan menggunakan kuas untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel pada buah salak. Sortasi dilakukan berdasarkan keseragaman tingkat kematangan 80% bentuk, ukuran, dan

bebas dari mikroba patogen. Selain itu, buah salak dijaga dari segala jenis kerusakan mekanis, karena akan mempengaruhi pada tahap penelitian selanjutnya. Pengambilan salak dilakukan secara acak dengan mempertimbangkan berat buah pada rentang 42 g hingga 51 g. salak diambil dari Kampung siji, Desa Sidomulyo, Kecamatan Pronojiwo, Kabupaten Lumajang.

3.7.3 Paparan Cahaya Ultraviolet (UV)

1. Sampel tanpa dipapari cahaya ultraviolet (kontrol)
 - a. Wadah plastik yang berisi 8 sampel buah salak tanpa dipapari cahaya ultraviolet C diberi label “kontrol”.
 - b. Uji aktivitas antioksidan sebelum disimpan.
 - c. Sampel disimpan pada suhu 13 °C selama 32 hari.
 - d. Sebagian buah yang telah disimpan diuji aktivitas antioksidannya pada hari ke-8 dan dihitung luas buah yang rusak selama 32 hari dengan interval 8 hari pengamatan.
2. Sampel yang dipapari cahaya ultraviolet
 - a. Wadah plastik diisi 8 sampel yang telah disortasi untuk proses paparan ultraviolet.
 - b. Sampel pada wadah plastik diberi paparan cahaya ultraviolet dengan intensitas sebesar 100 mW/cm² dan 180 mW/cm² dan 260 mW/cm² dengan waktu 30 menit, 40 menit, dan 50 menit.
 - c. Beberapa sampel diuji aktivitas antioksidannya.
 - d. Sisa sampel disimpan pada suhu 13 °C selama 32 hari.
 - e. Sampel diuji aktivitas antioksidannya pada hari ke-8 dan dihitung luas buah yang rusak selama 32 hari dengan interval 8 hari pengamatan.

3.7.4 Pembuatan Ekstrak Daging Buah Salak

- a. Ditimbang buah salak
- b. Dilakukan pemisahan daging buah salak dari biji buah salak.
- c. Dipotong dan dimasukkan kedalam mortal untuk ditumbuk sehingga diperoleh sari buah salak murni.
- d. Hasil ekstrak, digunakan untuk uji aktivitas antioksidan menggunakan prinsip metode penangkapan radikal bebas DPPH.

3.7.5 Pembuatan Larutan DPPH 0,5 mM

- a. Ditimbang sebanyak 19,7 mg DPPH.
- b. Dilarutkan dengan methanol hingga diperoleh volume larutan 100 ml (Ditjen POM, 1995).

3.7.6 Pengujian Aktivitas Antioksidan dengan Spektrofotometer

1. Prinsip metode pemerangkapan radikal bebas DPPH

Kemampuan sampel uji dalam meredam proses oksidasi radikal bebas DPPH dalam larutan methanol (sehingga terjadi perubahan warna DPPH dari ungu menjadi kuning) dengan nilai IC_{50} (konsentrasi sampel uji yang meredam radikal bebas 50%) sebagai parameter untuk menentukan aktivitas antioksidan sampel.

2. Pembuatan Larutan Blanko

- a. Dipipet larutan DPPH 0,5 mM dengan konsentrasi 200 ppm sebanyak 5 ml.
- b. Dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml.
- c. Ditambahkan metanol hingga mencapai garis pembatas dengan konsentrasi 40 ppm.

3. Pembuatan Larutan Induk

- a. Ditimbang sebanyak 25 mg sampel (jus buah salak).

- b. Dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml.
 - c. Ditambahkan metanol hingga mencapai garis pembatas dengan konsentrasi 1000 ppm.
4. Pembuatan Larutan Uji Jus Daging Buah Salak
 - a. Dipipet larutan induk sebanyak 2,5 ml; 5 ml; 7,5 ml; dan 10 ml.
 - b. Dimasukkan ke dalam labu ukur untuk mendapatkan konsentrasi larutan uji 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, dan 400 ppm.
 5. Prosedur Uji Aktivitas Antioksidan Daging Buah Salak
 - a. Larutan uji jus daging buah salak (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, dan 400 ppm) pada labu ukur 25 ml masing-masing ditambahkan 5 ml larutan DPPH 0,5 mM (konsentrasi 40 ppm).
 - b. Ditambahkan metanol hingga mencapai garis pembatas.
 - c. Di inkubasi selama 60 menit.
 - d. Diukur serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Visible dengan panjang gelombang 517 nm.
 6. Analisis Persen Pemerangkapan Radikal Bebas DPPH

Penentuan persen pemerangkapan radikal bebas oleh jus daging buah salak menggunakan metode pemerangkapan radikal bebas 1,1-*diphenyl-2-picrylhydrazil* (DPPH), yaitu dihitung dengan rumus:

$$\%inhibisi = \frac{A_{kontrol} - A_{sampel}}{A_{kontrol}} \times 100\%$$

3.7.7 Luas Buah yang Rusak

Luas buah terserang mikroba patogen diukur dengan mengetahui luas permukaan buah yang rusak. Luas buah yang rusak digunakan untuk mengetahui paparan UV dapat memperkecil kerusakan pada buah. Buah salak memiliki ukuran

yang tidak seragam sehingga salak yang dipilih mempunyai berat antara 42-51 g. luas total salak adalah satu buah salak yang diukur secara keseluruhan.

- a. Pengamatan dilakukan selama 32 hari pada interval 8 hari sekali.
- b. Menentukan luas permukaan buah salak yang terserang mikroba patogen dengan menggunakan metode gravimetri.
- c. menggambar tepi buah yang rusak pada plastik transparan dan dicetak kembali pada karton tebal.
- d. Dikonversi berat karton tersebut (g) kedalam luas gejala (cm^2) berdasarkan berat karton ukuran $87 \times 61 \text{ cm}^2$. Rumus mencari luas buah yang rusak adalah sebagai berikut:

$$LR = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

Dimana LR = Luas buah yang rusak (cm^2)

Wr = Berat kertas hasil jiplak (g)

Wt = Berat total kertas karton (g)

LK = Luas total kertas karton (cm^2)

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperoleh, berupa hasil pengamatan luas buah yang rusak dan aktivitas antioksidan yang diberi paparan sinar ultraviolet (UV), kemudian diolah dan dicatat pada berikut:

Tabel 3.1 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 30 Menit

Intensitas (mW/cm^2)	Luas total buah salak (cm^2)	Rata-Rata Luas Kerusakan (cm^2)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke- 16	Hari ke- 24	Hari ke- 32
Kontrol						
100						
180						
260						

Tabel 3.2 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 40 Menit

Intensitas (mW/cm ²)	Luas total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Luas Kerusakan (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke- 16	Hari ke- 24	Hari ke- 32
Kontrol						
100						
180						
260						

Tabel 3.3 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 50 Menit

Intensitas (mW/cm ²)	Luas total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Luas Kerusakan (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke- 24	Hari ke- 32
Kontrol						
100						
180						
260						

Tabel 3.4 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan intensitas 100 mW/cm²

Waktu (menit)	Luas total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Luas Kerusakan (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke- 16	Hari ke- 24	Hari ke- 32
Kontrol						
30						
40						
50						

Tabel 3.5 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan intensitas 180 mW/cm²

Waktu (menit)	Luas total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Luas Kerusakan (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke- 16	Hari ke- 24	Hari ke- 32
Kontrol						
30						
40						
50						

Tabel 3.6 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan intensitas 260 mW/cm²

		Rata-Rata Luas Kerusakan (cm ²)

Waktu (menit)	Luas total buah salak (cm ²)	Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol						
30						
40						
50						

Tabel 3.7 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak selama 30 menit

Intensitas (mW/cm ²)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol		
100		
180		
260		

Tabel 3.8 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak selama 40 menit

Intensitas (mW/cm ²)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol		
100		
180		
260		

Tabel 3.9 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak selama 50 menit

Intensitas (mW/cm ²)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol		
100		
180		
260		

Tabel 3.10 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan Intensitas 100 mW/cm²

Waktu (Menit)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol		
30		
40		
50		

Tabel 3.11 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan Intensitas 180 mW/cm²

Waktu (Menit)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol		
30		
40		
50		

Tabel 3.12 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan Intensitas 260 mW/cm²

Waktu (Menit)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol		
30		
40		
50		

3.9 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk penelitian ini yaitu menggunakan grafik dengan originlab, sehingga pada hasil akhir akan diketahui bahwa intensitas dan waktu paparan ultraviolet dapat memperkecil kerusakan dan berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan buah salak.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas dan waktu paparan sinar ultraviolet (UV) untuk memperkecil kerusakan dan aktivitas antioksidan pada buah Salak (*Salacca edulis reinw*).

Penelitian ini dibagi beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu memilih sampel dan sortasi sampel. Sampel yang digunakan adalah Buah Salak (*Salacca edulis reinw*) varietas Salak Pondoh yang diperoleh dari Kampung siji, Desa Sidomulyo, Kecamatan Pronojiwo, Kabupaten Lumajang. Salak pondoh yang telah dipanen dibersihkan dengan menggunakan kuas untuk menghilangkan duri dan kotoran yang masih menempel pada kulit buah. Sortasi dilakukan berdasarkan keseragaman 80% bentuk, dan ukuran, serta bebas dari penyakit. sampel tersebut dimasukkan kedalam wadah dimana setiap wadah berisi 8 sampel salak. Sampel dibagi menjadi dua perlakuan yaitu sampel sebagai kontrol (tanpa paparan) dan sampel yang dipapari sinar ultraviolet (UV).

Tahap kedua yaitu paparan. Buah yang telah disiapkan dipapari sinar ultraviolet (UV) dengan variasi intensitas yaitu 100 mW/cm², 180 mW/cm², dan 260 mW/cm² dan variasi waktu yaitu selama 30 menit, 40 menit, dan 50 menit. Tahap ini menggunakan 2 buah lampu ultraviolet merk Evaco dengan panjang lampu 60,5 cm yang diletakkan pada *Laminar air flow* (LAF) dengan daya masing-masing lampu 20 watt dan panjang gelombang ultraviolet yaitu 265 nm yang termasuk dalam jenis ultraviolet C (UV-C). Sampel diletakkan pada rak besi dalam ruang LAF dimana posisi 2 lampu ultraviolet berada diatas dan bawah dalam ruang LAF. Gambar proses pemaparan dapat dilihat pada lampiran.

Tahap ketiga yaitu penentuan aktivitas antioksidan. Buah sebagai kontrol di uji terlebih dahulu aktivitas antioksidannya sebagai perbandingan. Selanjutnya buah yang telah dipapari sinar ultraviolet diuji aktivitas antioksidannya dan di uji kembali setelah penyimpanan suhu dingin pada hari ke-8 . pada uji aktivitas antioksidan, pertama pembuatan larutan blanko yaitu dengan metode DPPH, dimana ditimbang sebanyak 19,7 mg DPPH dilarutkan dalam 100 ml Methanol p.a. lalu ditentukan nilai absorbansi menggunakan alat Spektroskopi-Vis dengan panjang gelombang maksimum 517 nm. Kedua pengujian absorbansi sampel, ditumbuk sampel hingga halus kemudian ditimbang sebanyak 25 mg dalam 20 ml Methanol p.a. kemudian dibuat variasi konsentrasi yaitu dengan konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, dan 400 ppm. Lalu uji absorbansi sampel menggunakan alat Spektroskopi-Vis dengan panjang gelombang maksimum 517 nm. Selanjutnya perhitungan %Inhibisi menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{Inhibisi} = \frac{\text{absorbansi kontrol} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

Tahap keempat yaitu penyimpanan buah untuk menentukan besar atau kecilnya kerusakan pada buah yang telah dipapari disimpan ke dalam lemari es (Kulkas) dengan diatur suhu 13°C. pengamatan dan pengujian dilakukan selama 32 hari dengan interval 8 hari sekali. Besar atau kecilnya kerusakan buah salak diukur dengan mengetahui luasan buah salak yang diakibatkan oleh mikroba patogen. Penentuan luas permukaan buah yang terserang cendawan menggunakan metode gravimetri yaitu menggambar tepi gejala pada plastik transparan dan dicetak kembali ada kerton tebal. Di konversi berat karton tersebut (g) ke dalam luas gejala (cm²) berdasarkan berat karton ukuran 87 x 61 cm². Perhitungan luas kerusakan pada buah menggunakan persamaan berikut:

$$LR = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

4.1.1 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak yang Disimpan pada Suhu 13°C.

Data hasil penelitian pengaruh intensitas ultraviolet (UV) untuk memperkecil kerusakan buah salak yang disimpan pada suhu 13°C disajikan pada table 4.1, tabel 4.2, dan tabel 4.3.

Tabel 4.1 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 30 Menit

Intensitas (mW/cm ²)	Luas Total Buah Salak (cm ²)	Rata-Rata Luas Kerusakan (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	53,40	0	0	11,33	30,13	52,67
100	56,29	0	0	8,19	27	49,78
180	54	0	0	4,10	22,06	42,07
260	55,32	0	0	0	15,19	34,47

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kerusakan antara sampel sebagai kontrol dan sampel dengan pemberian intensitas ultraviolet. Besar dan kecilnya kerusakan buah salak diukur dengan mengetahui luasan buah salak yang diakibatkan oleh mikroba patogen. Pada sampel kontrol (tanpa paparan UV) disimpan pada suhu 13°C tidak terjadi kerusakan pada buah selama penyimpanan hingga hari ke-8. Namun pada hari ke-16 mulai terjadi kerusakan dengan rata-rata luas yang rusak sebesar 11,33 cm², sedangkan pada hari ke-32 rata-rata luas buah yang rusak semakin meningkat yaitu 52,67 cm². Jika buah salak disimpan pada suhu ruang, buah salak akan mudah busuk dan bertahan selama 7 hari. Hal ini dikarenakan kandungan air yang cukup tinggi yaitu sebesar 78% dan kandungan karbohidrat 20,9% (Rismawati dan Leni, 2016). Ketika sampel diberi paparan ultraviolet dengan intensitas 100 mW/cm² rata-rata mampu bertahan selama 8 hari dan terjadi kerusakan pada hari ke-16 dengan rata-rata luas yang rusak sebesar 8,19 cm² dan pada hari ke-32 rata-rata luas yang rusak mencapai 49,78 cm². Semakin dinaikkan intensitas ultraviolet pada intensitas 260 mW/cm²

rata-rata mampu bertahan selama 16 hari dan terjadi kerusakan pada buah saat disimpan selama 24 hari dengan rata-rata luas yang rusak sebesar 15,19 cm² dan meningkat hingga penyimpanan 32 hari. hal ini menjelaskan bahwa semakin besar intensitas ultraviolet (UV) yang digunakan akan memperkecil kerusakan pada buah, artinya dengan intensitas yang tinggi kerusakan pada buah semakin kecil.

Tabel 4.2 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 40 Menit

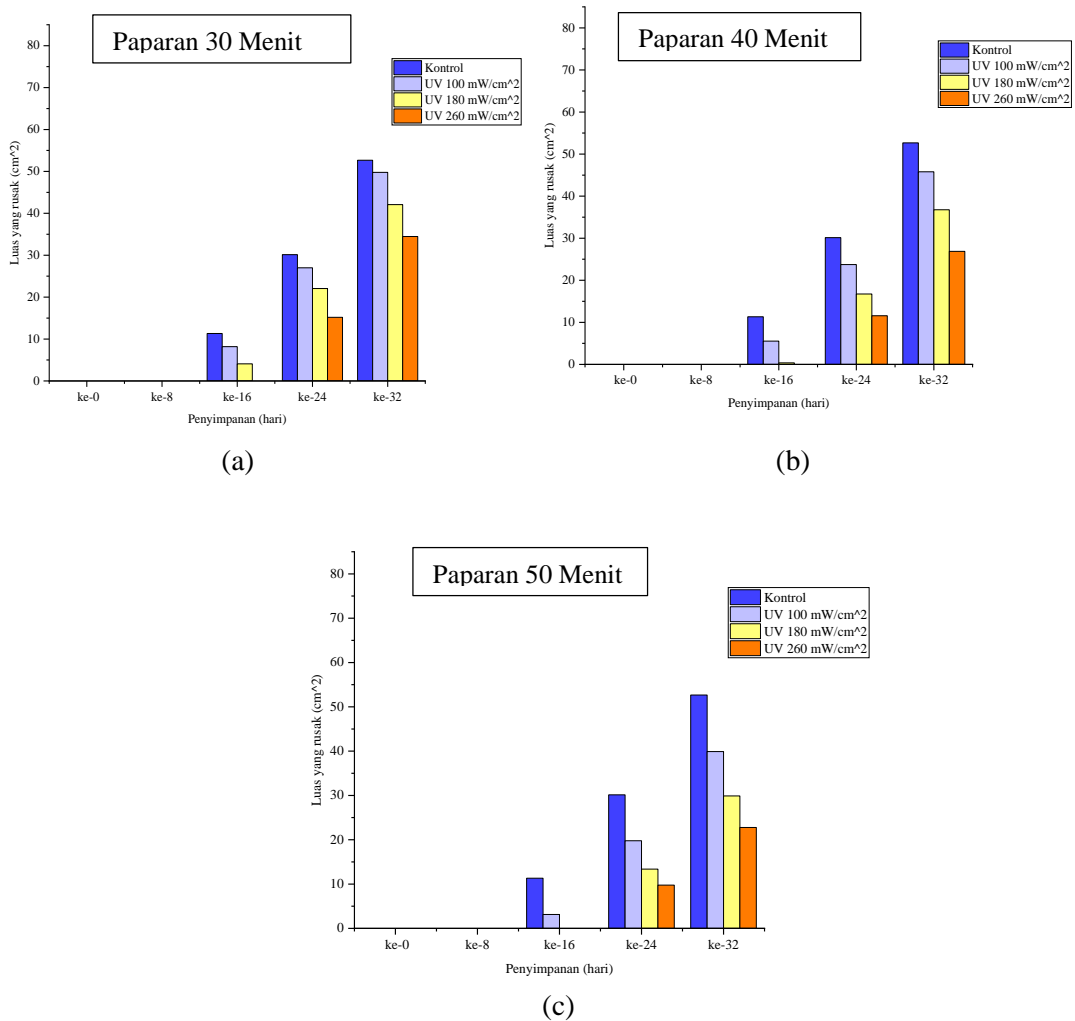
Intensitas (mW/cm ²)	Luas total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Luas Kerusakan (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	53,40	0	0	11,33	30,13	52,67
100	54,60	0	0	5,54	23,74	45,80
180	53,03	0	0	0,36	16,75	36,76
260	55,08	0	0	0	11,57	26,88

Hasil pengamatan diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kerusakan antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan. Pada sampel kontrol (tanpa paparan UV) disimpan pada suhu 13°C, rata-rata mampu bertahan selama 8 hari dan mulai terjadi kerusakan pada hari ke-16 dengan rata-rata luas kerusakan sebesar 11,33 cm², sedangkan pada hari ke-32 rata-rata luas buah yang rusak semakin meningkat yaitu 52,67 cm². Ketika sampel diberi paparan ultraviolet dengan intensitas 100 mW/cm² sampel rata-rata mampu bertahan selama 8 hari, namun kerusakan yang terjadi lebih kecil daripada kontrol. Saat disimpan sampai hari ke-16 rata-rata luas yang rusak sebesar 5,54 cm² dan pada hari ke-32 rata-rata luas yang rusak mencapai 45,80 cm². Semakin dinaikkan intensitas hingga intensitas 260 mW/cm² sampel rata-rata mampu bertahan selama 16 hari dan mulai terjadi kerusakan pada hari ke-24 dengan rata-rata luas yang rusak sebesar 11,57 cm². hal ini menjelaskan bahwa intensitas ultraviolet (UV) yang semakin besar berpengaruh terhadap rata-rata luas yang rusak pada buah salak. Artinya kerusakan yang terjadi pada buah saat dipapari UV lebih kecil dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 4.3 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak selama Paparan 50 Menit

Intensitas (mW/cm ²)	Luas total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Luas Kerusakan (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	53,40	0	0	11,33	30,13	52,67
100	55,69	0	0	3,13	19,77	39,90
180	54,84	0	0	0	13,38	29,89
260	54,36	0	0	0	9,76	22,78

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa kerusakan buah salak setelah perlakuan penyinaran dengan intensitas 100 mW/cm², 180 mW/cm², dan 260 mW/cm² yang disimpan selama 32 hari mengalami perubahan. Pada sampel kontrol (tanpa paparan UV) disimpan pada suhu 13°C, rata-rata mampu bertahan selama 8 hari dan mulai terjadi kerusakan pada 16 hari penyimpanan dengan rata-rata luas yang rusak sebesar 11,33 cm², sedangkan pada hari ke-32 luas buah yang rusak semakin meningkat yaitu 52,67 cm². Ketika sampel diberi paparan ultraviolet dengan intensitas 100 mW/cm² sampel juga mampu bertahan selama 8 hari, namun kerusakan yang terjadi pada buah lebih kecil saat sampel diberi paparan UV daripada sampel kontrol. Sedangkan saat disimpan hingga 16 hari rata-rata luas yang rusak sebesar 3,13 cm² dan pada hari ke-32 rata-rata luas yang rusak mencapai 52,67 cm². Semakin dinaikkan intensitas hingga intensitas 260 mW/cm² maka sampel akan mampu bertahan selama 16 hari dan terjadi kerusakan pada hari ke-24 dengan rata-rata luas yang rusak sebesar 9,76 cm². Hal ini menjelaskan bahwa semakin besar intensitas ultraviolet (UV) yang digunakan maka semakin kecil kerusakan yang terjadi pada buah salak. Penelitian ini sesuai dengan pernyataan (Gustavo and Grahame, 2000) yaitu semakin besar intensitas UV yang digunakan maka akan semakin tinggi pula efek germidikal (efek dalam membunuh mikroba) yang dihasilkan. Hal ini dapat diringkas pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak (4.1a. paparan 30 menit, 4.1b. paparan 40 menit, 4.1c. paparan 50 menit)

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa intensitas ultraviolet (UV) dapat memperkecil kerusakan buah Salak. kerusakan pada buah dapat dilihat dari rata-rata nilai luas yang rusak. Gambar 4.1(a) menunjukkan bahwa besarnya intensitas ultraviolet dapat memperkecil kerusakan pada buah selama paparan 30 menit. Pada sampel kontrol tidak terjadi kerusakan hingga penyimpanan hari ke-8 begitupula saat diberi paparan UV dengan intensitas 100 mW/cm^2 dan 180 mW/cm^2 dan kerusakan terjadi pada hari ke-16 hingga hari ke-32. Saat intensitas dinaikkan menjadi 260 mW/cm^2 sampel mampu bertahan hingga hari ke-16 dan kerusakan pada buah mulai terjadi saat disimpan pada hari ke-24 dan meningkat hingga hari

ke-32. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas ultraviolet (UV) yang di berikan maka kerusakan pada buah semakin kecil.

Gambar 4.1(b) menunjukkan bahwa intensitas ultraviolet dapat memperkecil kerusakan pada buah selama paparan 40 menit. pada sampel kontrol hingga sampel diberi intensitas UV sebesar 100 mW/cm^2 dan 180 mW/cm^2 rata-rata mampu bertahan selama 8 hari. Saat intensitas dinaikkan menjadi 260 mW/cm^2 sampel mampu bertahan hingga hari ke-16 dan kerusakan pada buah mulai terjadi saat disimpan pada hari ke-24 dan meningkat hingga hari ke-32 begitupula dengan perlakuan lain maupun kontrol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas ultraviolet (UV) yang di berikan maka semakin kecil kerusakan pada buah salak.

Gambar 4.1(c) menunjukkan grafik hubungan antara intensitas sinar ultraviolet dengan luas kerusakan pada buah salak selama penyimpanan. Pada grafik diatas terlihat perbedaan antara sampel kontrol dan yang telah dipapari sinar ultraviolet selama 50 menit. Pada sampel kontrol hingga sampel diberi intensitas UV sebesar 100 mW/cm^2 rata-rata mampu bertahan selama 8 hari dan kerusakan pada buah mulai terjadi saat disimpan pada hari ke-16 dan meningkat hingga hari ke-32. Saat intensitas 180 mW/cm^2 dan dinaikkan menjadi 260 mW/cm^2 sampel mampu bertahan hingga hari ke-16 dan kerusakan pada buah mulai terjadi saat disimpan pada hari ke-24 dan meningkat hingga hari ke-32. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas ultraviolet (UV) yang di berikan maka semakin sedikit kerusakan yang terjadi pada buah salak, artinya besarnya intensitas dapat memperkecil kerusakan pada buah salak.

Pada gambar 4.1(a), gambar 4.1(b), dan gambar 4.1(c) menunjukkan bahwa paparan dengan intensitas 260 mW/cm^2 terbukti paling efektif menekan laju kerusakan dibandingkan dengan perlakuan lain maupun kontrol. Dengan demikian

paparan UV yang diberikan terhadap buah salak dapat dijadikan penanganan anticendawan. Menurut (Stevens dkk, 1996), menyatakan bahwa bawang yang diradiasi lampu UV dengan intensitas rendah masih mengalami serangan patogen tetapi dengan indeks yang lebih kecil.

4.1.2 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak yang disimpan pada suhu 13°C

Data hasil penelitian pengaruh waktu paparan ultraviolet (UV) terhadap umur simpan buah salak yang disimpan pada suhu 13°C disajikan pada table 4.4, tabel 4.5, dan tabel 4.6

Tabel 4.4 Pengaruh Waktu Paparan UV untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan Intensitas 100 mW/cm²

Waktu (menit)	Luas total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Luas Kerusakan (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	53,40	0	0	11,33	30,13	52,67
30	56,29	0	0	8,19	27	49,78
40	54,60	0	0	5,54	23,74	45,80
50	55,69	0	0	3,13	19,77	39,90

Berdasarkan tabel 4.4 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kerusakan antara sampel sebagai kontrol dan sampel dengan pemberian waktu paparan ultraviolet. Besar dan kecilnya kerusakan buah salak diukur dengan mengetahui luasan buah salak yang diakibatkan oleh mikroba patogen. Pada sampel kontrol (tanpa paparan UV) disimpan pada suhu 13°C, rata-rata mampu bertahan selama 8 hari, namun pada hari ke-16 mulai terjadi kerusakan yaitu rata-rata luas yang rusak sebesar 11,33 cm², sedangkan pada hari ke-32 rata-rata luas buah yang rusak semakin meningkat yaitu 52,67 cm². Semakin dinaikkan waktu paparan hingga paparan 50 menit maka sampel juga mampu bertahan selama 8 hari dan mulai terjadi kerusakan pada hari ke-16 sebesar 19,77 cm² dan hari ke-32 sebesar 39,90

cm². Hal ini menjelaskan bahwa pada sampel kontrol maupun sampel diberi perlakuan paparan UV 30, 40, dan 50 menit saat disimpan selama 16 hari terjadi kerusakan pada buah namun paparan UV 50 menit memberikan kerusakan lebih kecil daripada perlakuan kontrol maupun perlakuan lain sehingga lama paparan ultraviolet (UV) serta penyimpanan pada suhu 13°C dapat memperkecil kerusakan pada buah salak.

Tabel 4.5 Pengaruh Waktu Paparan UV untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan Intensitas 180 mW/cm²

Waktu (menit)	Luas total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Luas Kerusakan (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	53,40	0	0	11,33	30,13	52,67
30	54	0	0	4,10	22,06	42,07
40	53,03	0	0	0,36	16,75	36,76
50	54,84	0	0	0	13,38	29,89

Berdasarkan tabel 4.5 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kerusakan antara sampel sebagai kontrol dan sampel dengan pemberian waktu paparan ultraviolet. Pada sampel kontrol (tanpa paparan UV) tidak terjadi kerusakan pada hari ke-0 dan hari ke-8 saat disimpan pada suhu 13°C. namun pada hari ke-16 mulai terjadi kerusakan dengan rata-rata luas yang rusak sebesar 11,33 cm² dan meningkat saat penyimpanan selama 32 hari yaitu 52,67 cm². Ketika sampel diberi paparan ultraviolet selama 30 menit dan 40 menit sampel rata-rata mampu bertahan selama 8 hari dan terjadi kerusakan pada hari ke-16 dengan rata-rata luas yang rusak sebesar 4,10 cm² dan 0,36 cm². Kerusakan pada buah meningkat pada hari ke-24 dan hari ke-32 dengan rata-rata luas yang rusak mencapai 42,07 cm² dan 36,76 cm². Semakin dinaikkan waktu paparan hingga paparan 50 menit maka sampel akan mampu bertahan selama 16 hari dan terjadi kerusakan pada hari ke-24 dengan rata-rata luas yang rusak 13,38 cm² dan meningkat pada hari ke-32 dengan rata-rata luas

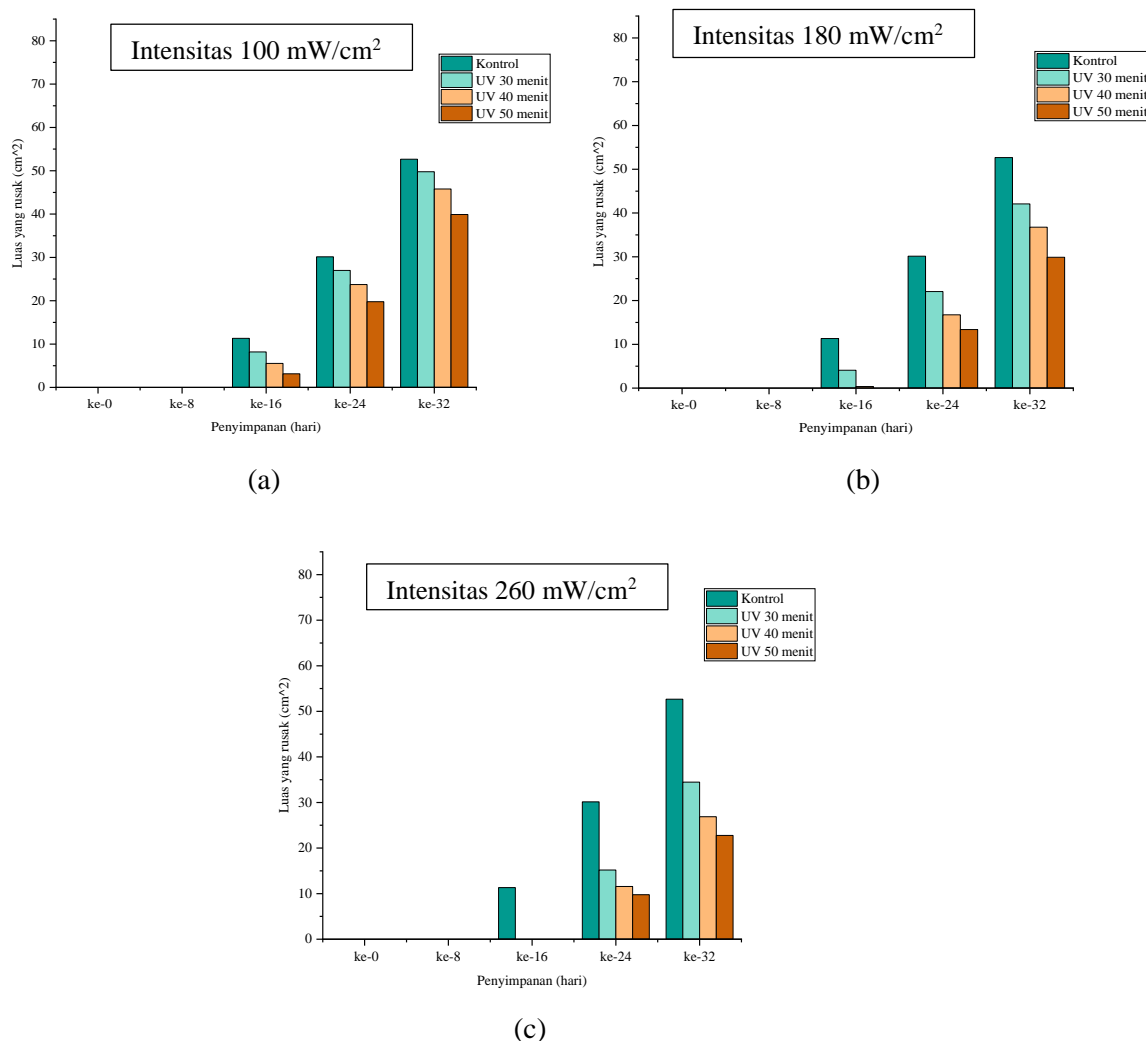
gejala penyakit sebesar 29,89 cm². hal ini menjelaskan lama paparan ultraviolet (UV) serta penyimpanan pada suhu 13°C dapat memperkecil kerusakan pada buah

Tabel 4.6 Pengaruh Waktu Paparan UV untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak dengan Intensitas 260 mW/cm²

Waktu (menit)	Luas total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Luas Kerusakan (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	53,40	0	0	11,33	30,13	52,67
30	55,32	0	0	0	15,19	34,47
40	55,08	0	0	0	11,57	26,88
50	54,36	0	0	0	9,76	22,78

Berdasarkan tabel 4.6 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kerusakan antara sampel kontrol dengan sampel yang diberi paparan ultraviolet (UV). Pada sampel kontrol (tanpa paparan UV) tidak terjadi kerusakan pada hari pertama hingga hari ke-8 saat disimpan pada suhu 13°C. namun pada hari ke-16 mulai terjadi kerusakan dengan rata-rata luas yang rusak sebesar 11,33 cm² dan meningkat saat penyimpanan selama 32 hari yaitu 52,67 cm². Ketika sampel diberi paparan ultraviolet selama 30 menit, sampel mampu bertahan hingga hari ke-16 dan mulai terjadi kerusakan pada hari ke-24 dan hari ke-32 yaitu 15,19 cm² dan 34,47 cm². Semakin dinaikkan waktu paparan hingga paparan 50 menit maka sampel juga mampu bertahan selama penyimpanan 16 hari dan terjadi kerusakan pada hari ke-24 dan hari ke-32 dengan rata-rata luas yang rusak sebesar 9,76 cm² dan 22,78 cm². Hal ini menjelaskan bahwa saat diberi perlakuan paparan UV 30, 40, dan 50 menit terjadi kerusakan pada buah saat disimpan selama 24 hari namun paparan UV 50 menit memberikan kerusakan lebih kecil daripada perlakuan lain sehingga lama paparan ultraviolet (UV) serta penyimpanan pada suhu 13°C dapat memperkecil kerusakan pada buah salak.

Hal ini menunjukkan bahwa penyinaran ultraviolet (UV) dapat menghambat pelunakan dan menunda kematangan buah. Lama penyinaran berperan penting dalam menjaga mutu komoditas. Penyinaran yang terlalu lama dapat menyebabkan kerusakan jaringan. Hasil penelitian dari (Nurhayati dkk, 2004) menunjukkan bahwa pada buah tomat penyinaran lampu UV selama 2 jam dapat menunda kematangan. Suhu juga berpengaruh terhadap kematian mikroba patogen. Dari penelitian ini diketahui bahwa pada intensitas 260 mW/cm^2 dengan waktu paparan 50 menit menghasilkan suhu sebesar 30°C sehingga tidak berpengaruh terhadap kematian mikroba patogen. Hal ini dapat diringkas pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan pada Buah Salak (4.2a. paparan dengan intensitas 100 mW/cm^2 , 4.2b. paparan dengan intensitas 180 mW/cm^2 , 4.2c. paparan dengan intensitas 260 mW/cm^2)

Grafik pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa waktu paparan ultraviolet (UV) juga dapat memperkecil kerusakan buah salak. Hal ini ditunjukkan pada tingkat lama penyimpanan dan waktu paparan ultraviolet. Gambar 4.2(a) menunjukkan bahwa waktu paparan ultraviolet dengan intensitas 100 mW/cm^2 dapat memperkecil kerusakan pada buah. Hal ini ditunjukkan pada sampel kontrol hingga sampel diberi paparan UV sebesar 30 menit, 40 menit, dan 50 menit tidak terjadi kerusakan pada hari ke-0 dan hari ke-8 namun kerusakan terjadi saat disimpan pada hari ke-16 hingga hari ke-32. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar waktu paparan ultraviolet (UV) yang di berikan maka kerusakan buah semakin kecil.

Gambar 4.2(b) menunjukkan bahwa waktu paparan ultraviolet dapat memperkecil kerusakan pada buah dengan intensitas 180 mW/cm^2 . Hal ini ditunjukkan pada sampel kontrol hingga sampel diberi paparan UV sebesar 30 menit dan 40 menit rata-rata mampu bertahan hingga hari ke-8, kerusakan mulai terjadi saat penyimpanan pada hari ke-16 hingga hari ke-32. Saat waktu paparan dinaikkan menjadi 50 menit sampel mampu bertahan hingga hari ke-16 dan kerusakan pada buah mulai terjadi saat disimpan pada hari ke-24 dan meningkat hingga hari ke-32 begitupula dengan perlakuan lain maupun kontrol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas ultraviolet (UV) yang di berikan maka semakin kecil kerusakan pada buah salak.

Gambar 4.2(c) menunjukkan bahwa waktu paparan ultraviolet dapat memperkecil kerusakan buah salak dengan intensitas 260 mW/cm^2 . Hal ini ditunjukkan pada sampel kontrol hingga sampel diberi paparan UV sebesar 30 menit, 40 menit, dan 50 menit rata-rata luas yang rusak mengalami peningkatan. Pada sampel kontrol tidak terjadi kerusakan pada hari ke-8 dan mulai terjadi

kerusakan pada hari ke-16 dan meningkat pada hari ke-32. Saat waktu paparan UV 30 menit dan dinaikkan hingga 50 menit sampel mampu bertahan hingga 16 hari dan mulai terjadi kerusakan pada hari ke 24 dan hari ke-32. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar waktu paparan ultraviolet (UV) yang di berikan maka kerusakan yang terjadi semakin kecil.

Pada gambar 4.2(a), 4.2(b), dan 4.2(c) menunjukkan bahwa paparan 50 menit terbukti paling efektif menekan laju kerusakan dibandingkan dengan perlakuan lain maupun kontrol. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Gonzales-Aguilar, 2001) bahwa sinar UV dapat memperpanjang umur simpan buah setelah dipanen, menunda proses deteriorasi serta penuaan pada buah.

4.1.3 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak

Uji aktivitas antioksidan pada penelitian menggunakan metode DPPH 0,4 mM dan pengukuran absorbansi menggunakan spektroskopi-Vis dengan panjang gelombang maksimum 517 nm. Larutan DPPH dalam metanol menghasilkan serapan maksimum pada panjang gelombang 517 nm. Parameter yang digunakan untuk uji penangkapan radikal DPPH ini adalah nilai IC₅₀ yaitu konsentrasi ekstrak yang dibutuhkan untuk menangkap radikal DPPH sebesar 50%. Nilai IC₅₀ diperoleh dari suatu persamaan regresi linier yang menyatakan hubungan antara konsentrasi dan persen antioksidan. Dimana menurut Leontowicz *et al* (2008), setiap nilai IC₅₀ kurang dari 50 ppm dikatakan sebagai kekuatan aktivitas antioksidannya kuat, sehingga semakin kecil nilai IC₅₀ maka kekuatan aktivitas aktioksidan dalam sampel tersebut semakin kuat.

Tabel 4.7 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak selama 30 menit

Intensitas (mW/cm ²)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol	84,65	93,48
100	86,44	106,51
180	120,83	139,58
260	153,04	168,41

Berdasarkan tabel 4.7 menunjukkan bahwa intensitas ultraviolet (UV) berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak. Penurunan aktivitas antioksidan pada buah salak dibuktikan pada sampel kontrol yang memiliki nilai IC50 sebesar 84,65 ppm di hari ke-0. Ketika sampel diberi paparan ultraviolet (UV) sebesar 100 mW/cm², 180 mW/cm², 260 mW/cm² nilai IC50 meningkat secara berturut-turut yaitu 86,44 ppm di hari ke-0, 120,83 ppm di hari ke-0, dan 153,04 ppm di hari ke-0. Dari data tersebut, nilai IC50 paling rendah pada sampel kontrol di hari ke-0, artinya aktivitas antioksidan sangat kuat pada sampel kontrol.

Tabel 4.8 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak selama 40 menit

Intensitas (mW/cm ²)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol	84,65	93,48
100	112,29	129,20
180	149,56	165,91
260	176,66	194,04

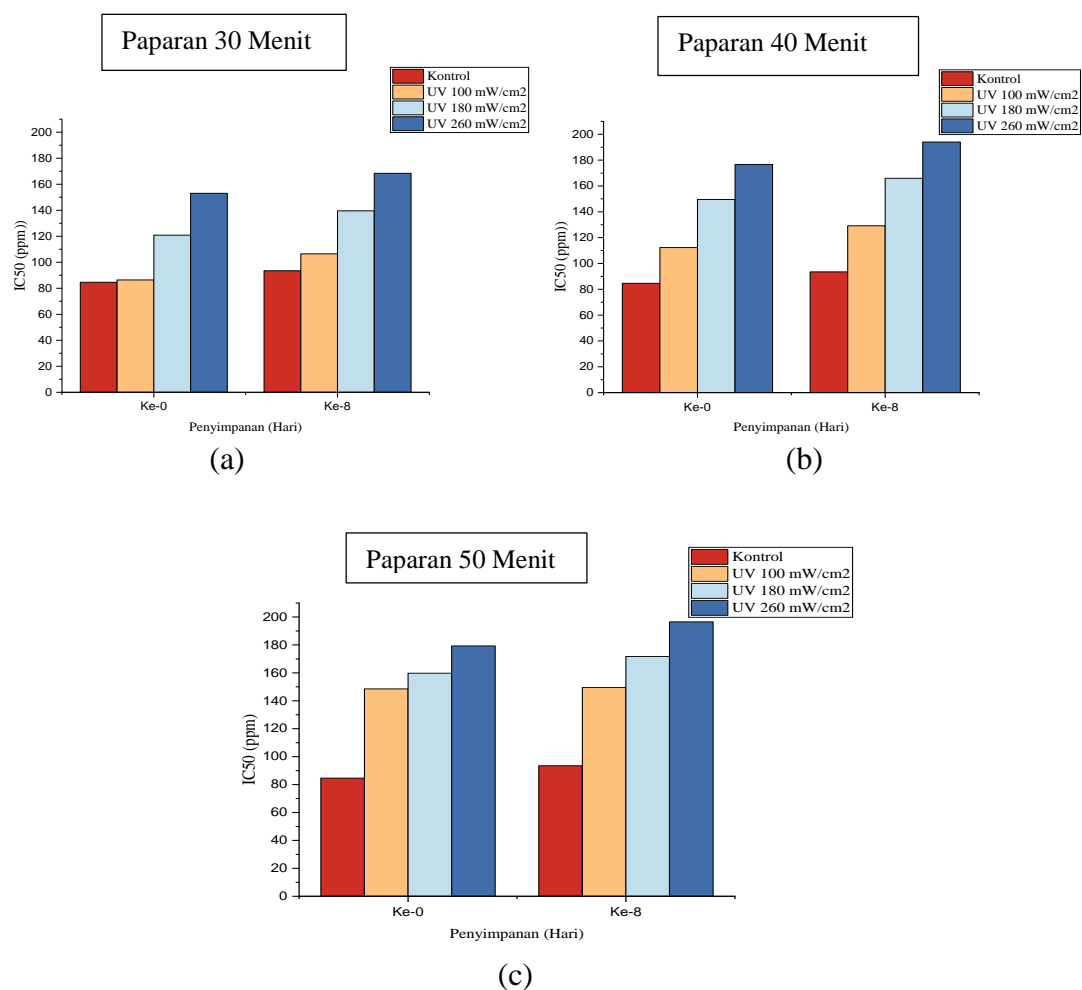
Berdasarkan tabel 4.8 menunjukkan bahwa intensitas ultraviolet (UV) berpengaruh menurun terhadap aktivitas aktioksidan buah salak. Penurunan aktivitas antioksidan pada buah salak ini dibuktikan pada sampel kontrol nilai IC50 sebesar 84,65 ppm dihari ke-0 dan 93,48 ppm setelah disimpan pada hari ke-8. Ketika sampel diberi intensitas 100 mW/cm² nilai IC50 sebesar 112,29 ppm di hari ke-0 dan 129,20 di hari ke-8. Jika intensitas ultraviolet (UV) dinaikkan hingga 180

mW/cm² dan 260 mW/cm² nilai IC50 semakin tinggi namun aktivitas antioksidan semakin rendah. penyimpanan juga berpengaruh terhadap nilai IC50, dimana nilai IC50 yang paling tinggi terdapat pada intensitas 260 mW/cm² saat penyimpanan pada hari ke-8. artinya aktivitas antioksidannya rendah saat penyimpanan.

Tabel 4.9 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak selama 50 menit

Intensitas (mW/cm ²)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol	84,65	93,48
100	148,56	149,48
180	159,75	171,77
260	179,30	196,51

Berdasarkan tabel 4.9 menunjukkan bahwa intensitas ultraviolet (UV) berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak. Penurunan aktivitas antioksidan pada buah salak dibuktikan pada sampel kontrol yang memiliki nilai IC50 sebesar 84,65 ppm di hari ke-0 dan 93,48 ppm pada hari ke-8. Ketika sampel diberi paparan ultraviolet (UV) sebesar 100 mW/cm², 180 mW/cm², 260 mW/cm² nilai IC50 meningkat secara berturut-turut yaitu 86,44 ppm di hari ke-0, 120,83 ppm di hari ke-0, dan 153,04 ppm di hari ke-0 serta 179,48 ppm pada hari ke-8, 171,77 ppm pada hari ke-8, dan 196,51 pada hari ke-0. Dari data tersebut, nilai IC50 paling rendah pada sampel kontrol di hari ke-0, artinya aktivitas antioksidan sangat kuat pada sampel kontrol. Data tabel 4.7, 4.8, dan 4.9 dapat dibuat grafik seperti gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pengaruh Intensitas Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan Buah Salak (4.3a. paparan 30 menit, 4.3b. paparan 40 menit, 4.3c. paparan 50 menit)

Grafik pada gambar 4.3 menunjukkan intensitas ultraviolet berpengaruh pada buah salak. Hal ini ditunjukkan pada hubungan antara variasi intensitas, penyimpanan dan nilai IC₅₀. Pada gambar 4.3(a) menunjukkan bahwa variasi intensitas ultraviolet berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak dengan paparan 30 menit. hal ini ditunjukkan pada sampel kontrol hingga sampel diberi paparan UV sebesar 100 mW/cm², 180 mW/cm², dan 260 mW/cm² nilai IC₅₀ mengalami peningkatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas paparan ultraviolet (UV) maka semakin tinggi nilai IC₅₀, artinya aktivitas antioksidannya semakin rendah. Lama penyimpanan juga berpengaruh

terhadap aktivitas antioksidan, dimana saat disimpan hingga hari ke-8 nilai IC50 lebih besar daripada tanpa penyimpanan, artinya aktivitas antioksidan pada hari ke-8 lemah daripada tanpa penyimpanan, sehingga dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak.

Pada gambar 4.3(b) menunjukkan bahwa variasi intensitas ultraviolet berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak dengan paparan 40 menit dan efek dari paparan ultraviolet yang mampu meningkatkan nilai IC50. hal ini ditunjukkan pada sampel kontrol hingga sampel diberi paparan UV sebesar 100 mW/cm², 180 mW/cm², dan 260 mW/cm² nilai IC50 terus mengalami peningkatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas paparan ultraviolet (UV) maka semakin tinggi nilai IC50, artinya aktivitas antioksidannya semakin rendah. Lama penyimpanan juga berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan, dimana saat disimpan hingga hari ke-8 nilai IC50 lebih besar daripada tanpa penyimpanan, artinya aktivitas antioksidan pada hari ke-8 lemah daripada tanpa penyimpanan, sehingga dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak.

Pada gambar 4.3(c) menunjukkan bahwa variasi intensitas ultraviolet berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak dengan paparan 50 menit. Pada sampel kontrol hingga sampel diberi paparan UV sebesar 100 mW/cm², 180 mW/cm², dan 260 mW/cm² nilai IC50 mengalami peningkatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas paparan ultraviolet (UV) maka semakin tinggi nilai IC50, artinya aktivitas antioksidannya semakin rendah. Lama penyimpanan juga berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan, dimana saat disimpan hingga hari ke-8 nilai IC50 lebih besar daripada tanpa penyimpanan, artinya aktivitas antioksidan pada hari ke-8 lemah daripada tanpa penyimpanan,

sehingga dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak.

Gambar 4.3(a), 4.3(b), dan 4.3(c) menunjukkan bahwa paparan pada intensitas 260 mW/cm^2 dan penyimpanan hingga hari ke-8 terbukti mempunyai aktivitas antioksidan paling lemah dibandingkan dengan perlakuan lain maupun kontrol. Hal ini sesuai dengan penelitian (Kapoor, 2001) menunjukkan paparan sinar ultraviolet (UV) dapat menurunkan kadar antioksidan, polifenol, dan flavonoid pada buah anggur, pisang dan jambu biji.

4.1.4 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak

Data hasil penelitian pengaruh waktu paparan ultraviolet (UV) terhadap aktivitas antioksidan buah salak disajikan pada table 4.10, tabel 4.11, dan tabel 4.12.

Tabel 4.10 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan Intensitas 100 mW/cm^2

Waktu Paparan (Menit)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol	84,65	93,48
30	86,44	106,51
40	112,29	129,2
50	148,56	149,48

Berdasarkan tabel 4.10 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai IC50 antara sampel kontrol dengan sampel yang dipaparan ultraviolet. Waktu paparan ultraviolet (UV) berpengaruh menurun terhadap aktivitas aktioksidan buah salak. Penurunan aktivitas antioksidan pada buah salak ini dibuktikan pada sampel kotrol nilai IC50 sebesar 84,65 ppm dihari ke-0 dan 93,48 ppm setelah disimpan pada hari ke-8. Ketika sampel diberi paparan 30 menit nilai IC50 sebesar 86,44 ppm di hari

ke-0 dan 106,51 di hari ke-8. Jika waktu paparan ultraviolet (UV) dinaikkan hingga pada 40 menit dan 50 menit nilai IC50 semakin tinggi namun kandungan antioksidan semakin rendah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan maka aktivitas antioksidan semakin rendah.

Tabel 4.11 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan Intensitas 180 mW/cm²

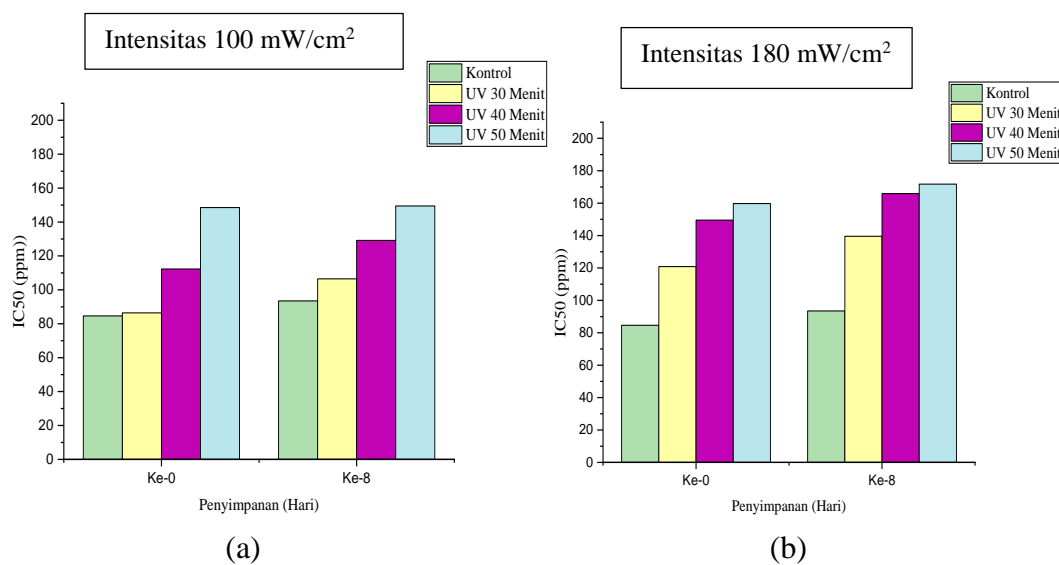
Waktu Paparan (Menit)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol	84,65	93,48
30	120,83	139,58
40	149,56	165,91
50	159,75	171,77

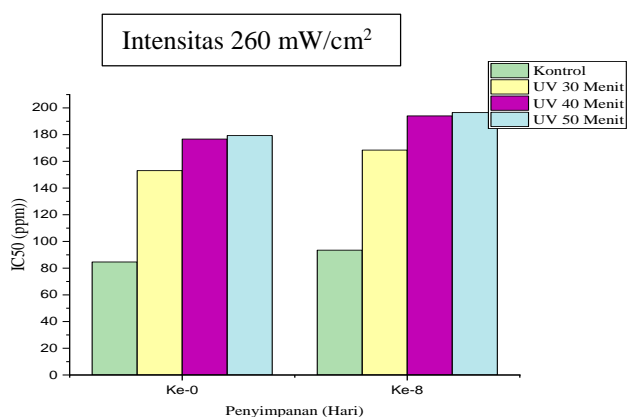
Berdasarkan tabel 4.11 menunjukkan bahwa waktu paparan ultraviolet (UV) berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak. Penurunan aktivitas antioksidan pada buah salak dibuktikan pada sampel kontrol yang memiliki nilai IC50 sebesar 84,65 ppm di hari ke-0 dan 93,48 ppm pada hari ke-8. Ketika sampel diberi paparan ultraviolet (UV) sebesar 30 menit, 40 menit, dan 50 menit nilai IC50 meningkat secara berturut-turut yaitu 120,83 ppm di hari ke-0, 149,56 ppm di hari ke-0, dan 159,75 ppm di hari ke-0 serta 139,58 ppm pada hari ke-8, 165,91 ppm pada hari ke-8, dan 171,77 pada hari ke-8. Dari data tersebut, nilai IC50 paling rendah pada sampel kontrol di hari k-0, artinya aktivitas antioksidan sangat kuat pada sampel kontrol.

Tabel 4.11 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak dengan Intensitas 260 mW/cm²

Waktu Paparan (Menit)	IC50 (ppm)	
	Hari ke-0	Hari ke-8
Kontrol	84,65	93,48
30	153,04	168,41
40	176,66	194,04
50	179,30	196,51

Berdasarkan tabel 4.10 menunjukkan bahwa waktu paparan ultraviolet (UV) berpengaruh menurun terhadap aktivitas aktioksidan buah salak. Penurunan aktivitas antioksidan pada buah salak ini dibuktikan pada sampel kontrol nilai IC50 sebesar 84,65 ppm dihari ke-0 dan 93,48 ppm setelah disimpan pada hari ke-8. Ketika sampel diberi paparan 30 menit nilai IC 50 sebesar 86,44 ppm di hari ke-0 dan 106,51 di hari ke-8. Jika waktu paparan ultraviolet dinaikkan hingga pada 40 menit dan 50 menit nilai IC50 semakin tinggi namun kandungan antioksidan semakin rendah. Penurunan kadar antioksidan juga dinyatakan pada penelitian (Chintya dan Nisa, 2015) menyatakan bahwa waktu paparan ultraviolet (UV) dapat mengakibatkan aktivitas antioksidan pada sari buah murbei mengalami penurunan. Nilai IC50 buah salak dapat dideskripsikan pada gambar 4.4.





(c)

Gambar 4.4 Pengaruh Waktu Paparan Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan Buah Salak (4.4a. paparan dengan intensitas 100 mW/cm² 4.4b. paparan dengan intensitas 180 mW/cm² menit, 4.4c. paparan dengan intensitas 260 mW/cm²)

Grafik pada gambar 4.4 menunjukkan pengaruh lama paparan ultraviolet (UV) terhadap IC50 buah salak. Hal ini ditunjukkan pada hubungan antara variasi waktu paparan, lama penyimpanan dan nilai IC50. Pada gambar 4.4(a) saat pemberian variasi waktu ultraviolet dengan intensitas 100 mW/cm² terjadi perbedaan aktivitas antioksidan pada sampel kontrol dengan sampel yang diberikan perlakuan. Gambar 4.4(a) menunjukkan efek dari paparan ultraviolet yang mampu meningkatkan nilai IC50. pada sampel kontrol hingga sampel diberi paparan UV sebesar 30 menit, 40 menit, dan 50 menit nilai IC50 terus mengalami peningkatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar waktu paparan ultraviolet (UV) maka semakin tinggi nilai IC50, artinya aktivitas antioksidannya semakin rendah. Lama penyimpanan juga berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan, dimana nilai IC50 lebih besar saat disimpan sampai hari ke-8 daripada tanpa penyimpanan. sehingga dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak.

Gambar 4.4(b) menunjukkan bahwa variasi waktu paparan ultraviolet berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak dengan intensitas 180

mW/cm². Hal ini ditunjukkan pada sampel kontrol hingga sampel diberi paparan UV sebesar 30 menit, 40 menit dan 50 menit nilai IC₅₀ mengalami peningkatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas paparan ultraviolet (UV) maka semakin tinggi nilai IC₅₀, artinya aktivitas antioksidannya semakin rendah. Lama penyimpanan juga berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan, dimana nilai IC₅₀ lebih besar saat disimpan sampai hari ke-8 daripada tanpa penyimpanan. sehingga dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak.

Pada gambar 4.4(c) menunjukkan bahwa variasi waktu paparan ultraviolet berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak dengan intensitas 260 mW/cm². pada sampel kontrol hingga sampel diberi paparan UV sebesar 30 menit, 40 menit, dan 50 menit nilai IC₅₀ terus mengalami peningkatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar waktu paparan ultraviolet (UV) maka semakin tinggi nilai IC₅₀, artinya aktivitas antioksidannya semakin rendah. Lama penyimpanan juga berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan, dimana nilai IC₅₀ lebih besar saat disimpan sampai hari ke-8 daripada tanpa penyimpanan. sehingga dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak.

Pada gambar 4.4(a), 4.4(b), dan 4.4(c) menunjukkan bahwa paparan 50 menit dan penyimpanan hingga 8 hari terbukti mempunyai aktivitas antioksidan paling lemah dibandingkan dengan perlakuan lain maupun kontrol

4.2 Pembahasan

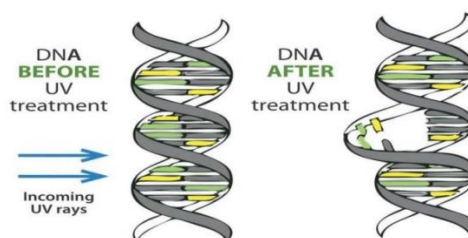
4.2.1 Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet (UV) untuk Memperkecil Kerusakan Buah Salak yang Disimpan pada Suhu 13°C

Buah salak merupakan salah satu buah yang mengandung banyak gizi dan bermanfaat bagi kesehatan. Akan tetapi buah salak merupakan tanaman hortikultura yang mudah rusak setelah panen. Teknik pengawetan iradiasi ultraviolet (UV) diharapkan akan mampu menyebabkan terjadinya mutasi sel sehingga dapat memperkecil kerusakan buah salak yang disimpan pada suhu rendah.

Penggunaan sinar ultraviolet (UV) pada intensitas rendah dapat menghambat perkembangan mikroba patogen dan mengurangi kerusakan yang terdapat pada sayuran dan buah-buahan setelah panen. Paparan ultraviolet yang diberikan terhadap buah salak dapat dijadikan penanganan anticendawan. Anticendawan pada umumnya bekerja dengan menghambat kerja biosintesa ergosterol yang merupakan komponen penting dari permukaan membrane sel cendawan. Penurunan ergosterol membrane cendawan menyebabkan rusaknya permeabilitas membran, akibat sel cendawan kehilangan komponen intraselulernya. Pengaruh zat terhadap sel organisme antara lain berhubungan dengan proses metabolisme sel yang terganggu dan fungsi permeabilitas dinding sel, yaitu adanya gangguan fungsi atau kofaktor enzim (gangguan netralisasi zat toksik di dalam sel) (Macrkus, 1999).

Selain itu, menurut (Stevens dkk, 1996) ultraviolet dapat mengurangi produksi etilen yang dapat menghambat laju respirasi dan transpirasi pada buah. Menurutnya produksi etilen dan laju respirasi buah secara tidak langsung akan menghambat pematangan buah atau menghambat buah busuk, sehingga dapat dikatakan bahwa buah Salak yang diberi perlakuan penyinaran ultraviolet secara terus menerus akan menghambat proses kerusakan buah, yang dapat mengakibatkan memperpanjang masa penyimpanan.

Sinar ultraviolet memiliki kemampuan untuk mempengaruhi fungsi sel makhluk hidup dengan mengubah material inti sel, atau DNA, sehingga makhluk tersebut mati. Sinar ultraviolet diserap oleh protein dan asam nukleat (Jay, 1996). Sebagian besar mikroorganisme hanya dapat menyerap radiasi sinar ultraviolet pada panjang gelombang 254 nm yang cukup untuk menyebabkan perpindahan elektron dari penutupan ikatan dalam asam deoksiribonukleat (DNA), mencegah kehidupan dan reproduksi. Sedangkan panjang gelombang UV yang paling efektif untuk menonaktifkan mikroorganisme adalah sekitar 260 nm karena panjang gelombang ini khusus diserap oleh DNA seluler. Karena komposisi DNA bervariasi antara spesies, dilaporkan puncak penyerapan UV-C dalam kisaran 260-265 nm. Sinar ultraviolet menyebabkan bakteri yang berada di udara atau yang berada di lapisan permukaan suatu benda yang terpapar sinar ultraviolet akan mati (Anderson *et al*, 2000).



Gambar 4.5 Struktur DNA yang Pecah karena Terpapar Sinar UV
(Koutchma et al., 2009)

Apabila mikroorganisme disinari oleh sinar ultraviolet, maka ADN (Asam Deoksiribonukleat) dari mikroorganisme tersebut akan menyerap energi sinar ultraviolet. Energi itu menyebabkan terputusnya ikatan hidrogen pada basa nitrogen, sehingga terjadi modifikasi-modifikasi kimia dari nukleoprotein serta menimbulkan hubungan silang antara molekul-molekul timin yang berdekatan dengan berikatan secara kovalen. Hubungan ini dapat menyebabkan salah baca dari kode genetik dalam proses sintesa protein, yang akan menghasilkan mutasi yang

selanjutnya akan merusak atau memperlemah fungsi-fungsi vital organisme dan kemudian akan membunuhnya (Akbar, 2006). Hal ini sesuai dengan penelitian (Suharyono dkk, 2010) lama paparan dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kematian bakteri.

Terdapat beberapa tahap yang berlangsung selama proses paparan cahaya terhadap mikroorganisme yang menyebabkan terjadi mutasi sel dan membuat parameter uji setelah perlakuan paparan berbeda dengan kontrol. Tahap pertama adalah fotofisika, yakni diawali dengan absorpsi foton cahaya oleh molekul porfirin yang kemudian akan mengaktifkan timbulnya reaksi kimia dengan menciptakan berbagai spesies oksigen reaktif. Proses absorpsi cahaya ini berlangsung sangat cepat yaitu 10-15 detik. Tahap kedua yaitu proses fotokimia, tahap ini berperan dalam perubahan energi dan struktur elektron sehingga akan menciptakan berbagai bentuk oksigen reaktif. Mekanisme reaksi fotokimia yaitu molekul yang tereksitasi secara optis berinteraksi secara langsung dengan substrak dan mengirim sebuah proton atau elektron sehingga dapat membentuk anion atau kation radikal. Radikal akan berinteraksi dengan oksigen dan akan membentuk oksigen reaktif (ROS). Terbentuknya superoksida anion berinteraksi dengan substrak dan menghasilkan hydrogen peroksidan. Hydrogen peroksida dengan konsentrasi tinggi akan berinteraksi dengan superoksida anion sehingga membentuk hidroksil radikal yang berpindah melewati membrane dan akan menyebabkan rusaknya sel. Tahap ketiga adalah fotobiologi, tahap ini melibatkan perubahan sel organisme yang disebabkan karena oksigen reaktif yang dihasilkan pada tahap fotokimia (Grossweiner, 2005).

Penggunaan sinar ultraviolet secara berlebihan dan tidak terkontrol dapat menghilangkan keefektifan dari sinar ultraviolet itu sendiri. Efektifitas sinar ultraviolet terhadap daya bunuh bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu

luasannya, intensitas cahaya yang digunakan, jarak sumber cahaya terhadap sampel, lama waktu penyinaran, dan jenis bakteri itu sendiri (Hollaender A, 1995).

Sebagian besar bakteri, virus dan ragi membutuhkan tingkat energi ultraviolet yang relatif rendah untuk penghancuran, biasanya 100 J/m^2 . Sedangkan organisme seperti spora jamur dosis energi yang digunakan harus lebih tinggi yaitu minimum dosis energi sebesar 400 J/m^2 dan intensitas 90 mW/cm^2 (Gustavo *et al*, 2000). Sehingga berdasarkan gambar pada grafik 4.1 dan grafik 4.2 diketahui bahwa kerusakan yang terjadi pada buah salak saat diberi penyinaran ultraviolet dengan intensitas 260 mW/cm^2 dan paparan 50 menit yang disimpan pada suhu 13°C lebih kecil dibandingkan dengan kontrol maupun perlakuan lain. Pada suhu 13°C tidak menunjukkan adanya kerusakan hingga pengamatan hari ke-8. Penurunan luas buah yang rusak dipengaruhi oleh permeabilitas yang terdapat pada jaringan buah (Setyaning, 2012). Sampel yang diberi perlakuan paparan ultraviolet memiliki ruang antar sel buah yang lebih rapat sehingga kehilangan air yang terjadi lebih banyak dibandingkan perlakuan lain. Luas buah yang rusak juga terjadi karena proses transpirasi, respirasi dan reaksi-reaksi lain yang ditimbulkan selama masa penyimpanan yang disebabkan suhu tinggi, suhu rendah, atau kondisi lain yang tidak cocok. Menurut Stevens (1996) setelah penyinaran ultraviolet kecepatan respirasi buah salak berkurang. Hal ini disebabkan karena radiasi mampu memperlambat proses fisiologi buah. Radikal bebas yang terbentuk karena radiasi mampu memecah ikatan kimia dan DNA mikroba sehingga proses fisiologi buah (pematangan dan pembusukan) berjalan lambat.

Penyimpanan pada suhu 13°C juga dapat memperkecil kerusakan pada buah. Hal ini sesuai dengan penelitian (Marlina L dkk, 2014) bahwa buah salak disimpan di suhu 15°C (suhu dingin) lebih efektif meningkatkan umur simpan salak pondoh dibandingkan di suhu ruang karena mampu mengurangi kerusakan. Penyimpanan

buah salak di suhu dingin akan mampu mengurangi laju respirasi, proses penuaan, pertumbuhan yang tidak dikehendaki dan pertumbuhan mikroba sebagai penyebab utama kerusakan buah.

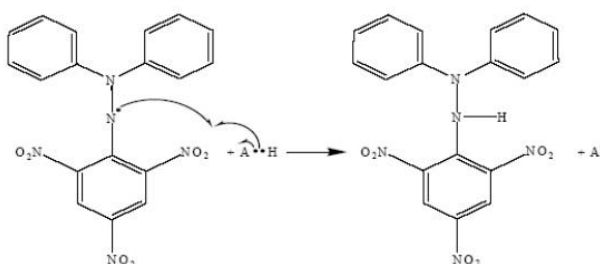
Pada penelitian juga diketahui bahwa saat diberi paparan dengan intensitas 260 mW/cm^2 dan waktu paparan 50 menit menghasilkan suhu sebesar $43 \text{ }^\circ\text{C}$ sehingga bisa dikatakan bahwa suhu $43 \text{ }^\circ\text{C}$ tidak berpengaruh terhadap kematian sel pada mikroba patogen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Marlina L dkk, (2014) bahwa suhu maksimum untuk pertumbuhan jamur seperti *Thielaviopsis* sp yang merupakan salah satu penyebab buah salak busuk berkisar $35\text{-}47 \text{ }^\circ\text{C}$. sedangkan menurut WHO, suhu sekitar $60\text{-}70 \text{ }^\circ\text{C}$ sudah cukup untuk membunuh sebagian besar virus dan mikroba patogen seperti bakteri dan protozoa.

4.2.2 Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet (UV) terhadap Aktivitas Antioksidan pada Buah Salak

Buah salak merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang bisa dijadikan bahan pangan maupun obat-obatan. Buah ini mempunyai prospek yang baik karena cukup disukai, bernilai ekonomi tinggi dan tanamannya berumur panjang, sehingga dapat memberikan hasil dalam jangka waktu yang lama. Buah salak merupakan komoditas yang kaya dengan kandungan gizi berupa protein, kalori, karbohidrat, mineral, vitamin dan bisa digunakan sebagai antioksidan. Buah salak juga mengandung senyawa fenolik (epigallokatekingalat) yang memiliki kapasitas antioksidan primer dengan cara menyumbangkan atom hydrogen. Epogallokatekingalat ini akan bertindak sebagai antioksidan dengan menyumbangkan hydrogen yang sangat reaktif sehingga mencegah pembentukan radikal bebas lebih lanjut (Sahputra, 2008).

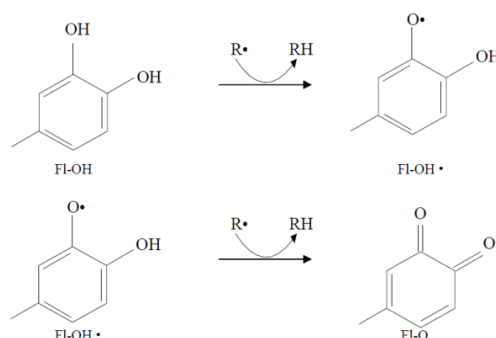
Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menghambat atau mencegah kerusakan akibat oksidasi dari senyawa radikal bebas. Menurut Juniarti, (2009) Radikal bebas adalah suatu senyawa oksigen yang bersifat tidak stabil karena memiliki elektron bebas yang tidak berpasangan, sehingga jumlah elektronnya ganjil. Karena sifatnya yang tidak stabil maka radikal bebas selalu berusaha mencari pasangan elektron baru dengan cara mengambil elektron molekul lain yang berdekatan. Radikal bebas yang terlalu banyak pada tubuh dapat menyebabkan stress oksidatif sel, sehingga terjadi ketidakseimbangan antara radikal bebas dengan antioksidan alami dalam tubuh

Uji aktivitas antioksidan dapat dilakukan dengan cara spektrofotometer, salah satunya pengujian penangkapan radikal bebas (*Radical scavenging test*). Pengujian dengan cara ini dilakukan dengan cara mengukur penangkapan radikal sintetik dalam pelarut organik polar seperti etanol pada suhu kamar. Radikal sintetik yang digunakan adalah DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Metode DPPH merupakan metode yang cepat, sederhana, dan tidak membutuhkan biaya tinggi dalam menentukan kemampuan antioksidan. Metode ini menggunakan radikal bebas DPPH untuk menguji suatu senyawa antioksidan dalam meredam radikal bebas. Gugus kromofor dan auksokrom DPPH memberikan serapan yang kuat pada panjang gelombang 517 nm dengan warna ungu. Warna ungu akan berubah menjadi kuning ketika terdapat senyawa antioksidan yang meredam radikal bebas DPPH (Erkan et al., 2009).



Gambar 4.6 Reaksi Radikal DPPH dengan Antioksidan (Erkan et al., 2009).

Senyawa flavonoid dan fenolik pada strukturnya mengandung gugus hidroksil yang dapat mendonorkan atom hidrogennya kepada radikal bebas, sehingga senyawa fenolik, flavonoid, dan triterpenoid berpotensi sebagai antioksidan. Flavonoid merupakan senyawa pereduksi yang dapat menghambat banyak reaksi oksidasi. Flavonoid memiliki kemampuan sebagai antioksidan karena mampu mentransfer sebuah elektron kepada senyawa radikal bebas, dimana $R\cdot$ merupakan senyawa radikal bebas, Fl-OH merupakan senyawa flavonoid sedangkan Fl-OH \cdot merupakan radikal flavonoid (Kandaswami and Middleton, 1997). Reaksi peredaman radikal bebas oleh senyawa flavonoid seperti dalam gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Mekanisme Peredaman Radikal oleh Flavonoid
(Kandaswami and Middleton, 1997)

Senyawa antioksidan memiliki kelemahan yaitu mudah rusak apabila terpapar oleh cahaya, suhu tinggi, oksigen, dan pengeringan. Beberapa komponen fenolik sensitif terhadap suhu dan mudah teroksidasi. Semakin tinggi suhu dan lama *heat treatment* menyebabkan kandungan antosianin dan kapasitas antioksidan makin menurun, demikian pula makin tinggi intensitas cahaya menyebabkan makin menurunnya kadar antosianin dan kemampuan antioksidannya (Erkan et al., 2009).

Mekanisme penurunan senyawa flavonoid akibat cahaya dan suhu disebabkan oleh perubahan dekomposisi senyawa flavonoid. Penurunan senyawa flavonoid dapat disebabkan karena kadar senyawa fenolik mengalami perubahan komposisi kimia akibat tingginya suhu dan paparan cahaya. Salah satu contohnya yaitu adanya perubahan senyawa tanin menjadi senyawa kimia lain. Tanin salah satu jenis senyawa yang termasuk ke dalam golongan polifenol. Prakash (2001) menyatakan intensitas dan waktu paparan secara terus menerus akan mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu sehingga akan mengakibatkan terjadinya oksidasi komponen polifenol, yaitu dengan adanya penambahan molekul oksigen. Oksidasi komponen polifenol akan mengakibatkan kerusakan pada senyawa flavonoid terutama pada komponen epigalokatekingalatnya sebesar 20%. Hal tersebut mengakibatkan epigalokatekin dan galat akan terkondensasi membentuk ortoquinon dan selanjutnya mengalami kondensasi dengan adanya penambahan ion hidrogen, membentuk bisflavanol. Bisflavanol kemudian akan mengalami kondensasi sehingga membentuk theaflavin dan thearubigin. Kedua komponen ini merupakan komponen senyawa tanin dengan kandungan polifenol dalam jumlah yang relatif sedikit.

Sinar ultraviolet dapat mendorong terjadinya oksidasi, sehingga proses oksidasi lebih efektif, oleh karena itu sinar ultraviolet dapat digunakan sebagai oksidator pada proses penyinaran pada buah. Selain itu, sinar ultraviolet dapat merangsang atau menghambat sintesis senyawa bioaktif antioksidan tergantung pada perbedaan kapasitas antioksidan pada buah tersebut. Berdasarkan grafik 4.3 dan grafik 4.4 diketahui bahwa nilai IC₅₀ pada intensitas 260 mW/cm² dan lama paparan 50 menit lebih tinggi dibanding perlakuan lain, artinya aktivitas antioksidan yang terdapat pada buah salak lebih lemah dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini juga sesuai dengan penelitian (Chintya R dkk, 2015),

paparan ultraviolet (UV) dapat menurunkan aktivitas antioksidan pada buah murbei. Prakash (2001) juga menyatakan bahwa semakin tinggi intensitas paparan cahaya maka fenolik total ekstrak etanolik buah parijoto makin kecil karena senyawa fenolik tidak stabil terhadap intensitas cahaya yang tinggi. Penurunan semakin tinggi seiring kenaikan intensitas dan waktu paparan cahaya. Penurunan aktivitas antioksidan juga disebabkan karena terjadi peningkatan suhu yang dapat mengakibatkan terjadinya oksidasi polifenol pada komponen buah salak. Terjadinya reaksi polifenol oksidasi ini diakibatkan karena adanya suhu yang tinggi dan penambahan oksigen yang cukup tinggi sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan pada komponen epigallocatekingallatnya. Sehingga komponen tersebut akan teroksidasi membentuk ortoquinon, kemudian terpecah lagi menjadi bisfanol dan akhirnya akan terkondensasi menjadi teaflavin dan tearubigin. Dimana kedua komponen tersebut mengandung komponen polifenol yang cukup rendah.

Selain itu penurunan aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh adanya oksigen, cahaya dan adanya molekul hydrogen yang menyumbangkan atom hidrogennya pada radikal bebas. Selain hal tersebut, penurunan aktivitas antioksidan juga dipengaruhi oleh kadar tanin dari senyawa flavonoid. Sebab epigallocatekingallat merupakan senyawa penyusun flavonoid yang berperan sebagai antioksidan terbesar selain quercetin pada senyawa flavonol. Padahal komponen tanin ini akan mengalami banyak perubahan kimia pada suhu tinggi. Sebab jika dilihat dari strukturnya, katekin merupakan flavonoid dengan banyak gugus hidroksi, maka diperkirakan gugus hidroksi pada cincin B dari struktur molekul ini akan menjadi faktor utama yang menyebabkan ketidakstabilan katekin terhadap oksidasi. Peristiwa oksidasi ini dipengaruhi oleh oksigen, pH larutan, cahaya dan adanya bahan antioksidan. Sehingga masing-masing komponen katekin akan mengalami

epimerisasi dari struktur epistruktur menjadi nonepistruktur (Prakash, 2001), sehingga aktivitas antioksidannya pun juga menurun.

Selain paparan sinar ultraviolet, penyimpanan pada suhu rendah juga mempengaruhi terhadap aktivitas antioksidan. Berdasarkan grafik 4.3 dan grafik 4.4 diketahui bahwa aktivitas antioksidan pada hari ke-0 lebih tinggi daripada penyimpanan hari ke-8 yang disimpan pada suhu 13°C. Hal ini sesuai dengan penelitian Prakash (2001) bahwa penyimpanan pada suhu rendah juga akan menyebabkan penurunan kadar total fenol yang diakibatkan adanya penurunan salah satu komponen polifenol yaitu senyawa flavonoid yang terdiri dari komponen tanin. Sebab pada penyimpanan suhu dingin, tanin akan terakumulasi dengan berkurangnya kadar oksigen yang tersedia dan adanya kelembaban ruangan yang rendah sehingga pelarutan komponen senyawa tanin berkurang. Sedangkan pada suhu ruang yaitu 28°C komponen tanin tidak mengalami perubahan. Sebab pada suhu ruang kandungan oksigen dan kelembaban udara tidak terlalu rendah seperti pada suhu dingin sehingga reaksi oksidasi pada komponen polifenol dapat dihindari.

4.3 Sinar Ultraviolet (UV) dalam Pandangan Islam

Cahaya secara umum mempunyai peran dan makna yang sangat istimewa dalam kehidupan makhluk di permukaan Bumi. Tidak kurang dari 40 kali Allah berfirman dalam Al-Qur'an menjelaskan berbagai fenomena cahaya atau sinar, baik dalam arti keilmuan fisika maupun makna kiasan yang berhubungan dengan hakikat nilai filosofis kehidupan. Dengan mengenal cahaya fisika, manusia dapat memanfaatkannya untuk mewujudkan kesejahteraannya di dunia, sedangkan terangnya cahaya hati atau jiwa akan bermanfaat baginya di kehidupan akhirat. Hal

ini menunjukkan bahwa Islam mengajarkan makna cahaya bernilai ganda. Ia dapat menghubungkan norma-norma vertikal dengan norma-norma horizontal.

Dengan indra penglihatannya, di samping pendengarannya, manusia mampu mendapatkan berbagai informasi sebagai bahan kajian dan analisis untuk kemudian dimanfaatkan. Di sinilah peran cahaya, yang dengannya indera mata menjadi berfungsi. Berkas cahaya Matahari di siang hari telah memungkinkan manusia melihat benda-benda di sekitarnya dengan terang dan jelas. Berbeda dengan kondisi demikian, di bawah sorotan cahaya Bulan yang intensitasnya lebih rendah daripada sinar matahari, benda-benda tadi hanya terlihat samar. Pada kondisi gelap tanpa seberkas cahaya, indra mata bahkan mungkin saja tidak dapat melihat sama sekali. Keberadaan cahaya adalah karunia-Nya, sebagaimana disebutkan dalam firman Allah dalam Q.S. Al-Furqon (25):61

تَبْرُكُ الَّذِي جَعَلَ فِي السَّمَاءِ بُرُوجًا وَجَعَلَ فِيهَا سِرَاجًا وَقَمَرًا مُنِيرًا ﴿٦١﴾

Artinya: “Mahasuci Allah yang menjadikan di langit gugusan bintang-bintang dan Dia juga menjadikan padanya Matahari dan Bulan yang bersinar.” (Q.S Al-Furqon (25): 61).

Ayat diatas menjelaskan bahwa matahari itu sendiri adalah sumber cahaya. Pancaran cahaya yang berasal dari matahari sebagian besarnya diserap oleh permukaan bulan dan sisanya dipantulkan. Karenanya, cahaya bulan lebih lemah, kurang lebih hanya 7% dari intensitas cahaya matahari. Dengan demikian, cahaya bulan lebih sesuai untuk menjadi penerang di malam hari (JavanLabs, 2015). Perbedaan antara cahaya matahari dan Bulan tersirat dalam Q.S. Nuh (71):16.

وَجَعَلَ الْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ الشَّمْسَ سِرَاجًا ﴿١٦﴾

Artinya: “Dan di sana Dia menciptakan Bulan yang bercahaya dan menjadikan Matahari sebagai pelita (yang cemerlang)” (Q.S Nuh (71): 16)

Dari ayat di atas dapat dipahami bahwa matahari adalah sumber cahaya (pelita) yang menerangi alam semesta, termasuk bumi. Adapun Bulan, ia bercahaya karena memantulkan cahaya matahari yang menerpanya. Tentu saja hanya sebagian kecil cahaya matahari yang dipantulkan karena sebagian besarnya diserap oleh permukaan bulan. Karena itu, cahaya Bulan tidak panas, melainkan redup dan terlihat indah. Sebagaimana tersebut dalam Surah Yunus (10): 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, dan Dialah yang menetapkan tempat-tempat orbitnya, agar kamu mengetahui bilangan tahun, dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu melainkan dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui”. (Q.S. Yunus (10):5).

Ketika menjelaskan tentang Matahari, matahari berarti pelita pemancar sinar yang bersumber dari dirinya sendiri.

اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ ۗ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجْجَةٍ الزُّجْجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبْرَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ ۗ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٣٥﴾

Artinya: “Allah (pemberi) cahaya (kepada) langit dan Bumi. Perumpamaan cahaya-Nya, seperti sebuah lubang yang tidak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam tabung kaca (dan) tabung kaca itu bagaikan bintang yang berkilauan, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang diberkahi, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di timur dan tidak pula di barat, yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah memberi petunjuk kepada cahaya-Nya bagi orang yang Dia kehendaki, dan Allah membuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia. Dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu”. (Q.S An-Nur (24): 35)

Ayat diatas menjelaskan bahwa cahaya yang dipancarkan oleh matahari merupakan spektrum elektromagnetik. spektrum cahaya yang berlapis-lapis sesuai panjang gelombangnya. Spektrum gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh Matahari meliputi sinar gamma, Sinar-X, sinar ultraviolet, cahaya tampak,

inframerah, gelombang mikro, dan gelombang radio. Selanjutnya pada Q.S Al Hijr (15): 15.

لَقَالُوا إِنَّمَا سُكِّرَتْ أَبْصَارُنَا بَلْ نَحْنُ قَوْمٌ مَّسْحُورُونَ ﴿١٥﴾ □

Artinya: *tentulah mereka berkata, “Sesungguhnya pandangan kamilah yang dikaburkan, bahkan kami adalah orang yang terkena sihir.”* (Q.S Al Hijr (15): 15)

Dari ayat tersebut kita bisa pahami bahwa orang yang naik ke langit akan mengatakan bahwa matanya seakan-akan buta. Ini menandakan bahwa alat semesta secara keseluruhan diselimuti oleh kegelapan buta. Seorang pakar astronomi mengunjungi salah satu pusat peluncuran pesawat antariksa di sebuah negara maju. Pesawat antariksa ini senantiasa menjalin kontak terus-terusan dengan pusat peluncuran. Tiba-tiba ada pesan masuk ke kotak surah pusat peluncuran dari pesawat yang baru diluncurkan itu. Awak pesawat berkata, “Sungguh, kami menjadi buta, tidak bisa melihat apa-apa.” Padahal, pesawat itu diuncurkan di tengah terang matahari. Sesaat setelahnya meninggalkan atmosfer bumi, pesawat itu memasuki wilayah hampa udara dan cuaca menjadi sangat gelap pekat. Sang astronot pun berteriak, “Sungguh, kami menjadi buta, tidak bisa melihat apa-apa. Apa yang terjadi?”

Yang terjadi adalah sinar matahari apabila sampai di atmosfer, ia akan terurai dan tercerai-cerai di antara partikel-partikel udara dan debu. Inilah yang oleh pakar fisika dinamakan penguraian cahaya. Sinar matahari tersebut lalu dipantulkan oleh partikel-partikel udara dan debu sehingga partikel-partikel itu tampak bercahaya. Inilah yang dalam istilah kita di dunia dinamakan daerah yang terkena cahaya matahari atau daerah yang bercahaya tanpa kehadiran matahari. Hal ini seperti yang terjadi di dalam masjid. Di dalam masjid kita bisa saling melihat. Ada cahaya disana tetapi tidak ada matahari. Itu karena sinar matahari terurai. Ketika pesawat antariksa telah meninggalkan atmosfer, tidak ada penguraian cahaya di luar

sana sehingga antariksa menjadi sangat gelap dan tak ada sesuatu pun yang bisa dilihat disana (Nadiyah Tharayyarah,2013).

Sinar matahari pada umumnya digunakan sebagai penerang dan telah diatur oleh Sang Maha Pencipta. Allah menyampaikan kepada kita bahwa segala sesuatu dibuat dengan ukuran tertentu dan Allah maha mengetahui khazanahnya. Sebagaimana firman Allah dalam Surat Al-Hijr ayat 21.

وَأَنْ مِنْ شَيْءٍ إِلَّا عِنْدَنَا خَزَائِنُهُ وَمَا نُنزِّلُهُ إِلَّا بِقَدَرٍ مَعْلُومٍ ﴿٢١﴾

Artinya: *“Dan tidak ada sesuatu pun, melainkan pada sisi Kami khazanahnya; Kami tidak menurunkannya melainkan dengan ukuran tertentu.”* (Q.S Al Hijr (15): 21)

Pada ayat diatas menjelaskan bahwa segala sesuatu dibuat dengan ukuran tertentu seperti cahaya matahari yang merupakan bagian dari gelombang elektromagnetik yang terdiri dari spektrum terpendek yaitu sinar gamma dan spektrum terpanjang yaitu sinar radio.

Dalam arti fisis maupun kiasan, cahaya memegang peranan penting bagi manusia. Dalam arti fisis, cahaya adalah bagian dari gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, infra merah, ultraviolet, sinar-X dan sinar gamma. Sinar ultraviolet ini memiliki manfaat dan mudharat yang cukup banyak bagi makhluk hidup. Kekuasaan-Nya yang telah menciptakan untuk memberi manfaatnya kepada kita dan menjaga kita dari bahaya. Segala sesuatu di alam semesta ini diciptakan dengan takaran yang tepat, sehingga kita dapat menjalankan kehidupan berlanjut. Karena itu, Allah telah menyiapkan lapisan pelindung bagi manusia di atmosfer untuk mengatur sinar ultraviolet sesuai dengan kebutuhan hidup, tidak kurang atau lebih. Lapisan istimewa ini adalah gas ozon yang terletak di ketinggian dalam lapisan atmosfer. Sinar ultraviolet berfungsi untuk membunuh mikroba dan kuman serta dapat mensterilkan makanan yang tersimpan. Dalam

makna kiasan, cahaya adalah petunjuk Allah untuk dapat melihat benda-benda sekitar yang diciptakan oleh Allah SWT.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan perlakuan paparan sinar ultraviolet (UV) untuk memperkecil kerusakan dan aktivitas aktioksidan pada buah salak, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Paparan sinar ultraviolet (UV) dapat memperkecil kerusakan buah salak (*Salacca edulis reinw*) selama masa penyimpanan pada suhu 13⁰C. Dimana sampel yang diberi perlakuan paparan dengan intensitas 260 mW/cm² dan waktu 50 menit memberikan hasil yang optimal dibandingkan dengan sampel kontrol maupun sampel perlakuan paparan yang lain. Pada intensitas 260 mW/cm² dan waktu paparan 50 menit buah salak mampu bertahan hingga 16 hari.
2. Paparan sinar ultraviolet (UV) berpengaruh penurun terhadap aktivitas antioksidan pada buah salak (*Salacca edulis reinw*). Semakin besar intensitas dan waktu paparan yang digunakan maka aktivitas antioksidan mengalami penurunan optimal yaitu pada intensitas 260 mW/cm² dan waktu 50 menit, sehingga pada intensitas dan waktu paparan ini aktivitas antioksidannya rendah daripada perlakuan lain. Aktivitas antioksidan bisa dilihat dari nilai IC50, semakin kecil nilai IC50 maka aktivitas antioksidan semakin kuat. Penyimpanan pada suhu rendah juga menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan, dimana penyimpanan selama 8 hari menyebabkan aktivitas antioksidan rendah daripada tanpa penyimpanan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang sudah dinyatakan maka diberikan saran-saran untuk dilakukan perbaikan dimasa mendatang, yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efektifitas pemaparan ultraviolet terhadap hasil panen (buah dan sayur) lainnya.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengamatan buah yang harus diamati setiap hari agar kerusakan bisa diketahui.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan lampu ultraviolet dengan variasi intensitas dan waktu paparan yang banyak.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai berbagai macam kandungan yang terdapat pada buah atau sayur.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainur, Avin. 2011. *Modul Kuliah Fisika Radiasi*. Malang: Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Alatas, Zubaidah dan Lusiyani. 2001. Efek Kesehatan Radiasi Non Pengion Pada Manusia. *Jurnal Seminar Nasional Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan*.
- Al-Maraghi, Ahmad Musthofa. 1992. *Terjemah Tafsir al-Maraghi*. Semarang: Toha
- Akbar, M.A. 2006. Sterilisasi Air Minum dengan Sinar Ultraviolet. <http://fi.lib.itb.ac.id/>. diakses pada 5 Februari 2007.
- Al-Qur'an dan Terjemahan. 2015. Departemen Agama RI. Bandung : CV Darus Sunnah.
- Anderson, J. G., Rowan, N. J., MacGrear, S. J., Fouracre, R. A. dan Farish, O. 2000. Inactivation of food-borne enteropathogenic bacteria and spoilage fungi using pulsed-light. *Plasma Science, IEEE Transactions on Plasma Science*. 28(1):83-88
- Arivianti S., dan Parnanto N. 2013. Kapasitas Antioksidan Buah Salak (*Salacca edulis reinw*) Kultivar Salak Pondok, Nglumut dan Bali Serta Korelasinya dengan Kadar Fenolik Total dan Vitamin C. *AGRITECH*, 33(3).
- Badan Pusat Statistik, 2015. *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik, 2016. *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik, 2017. *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik, 2018. *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Bismo, Setijo. 2006. *Teknologi Radiasi Sinar Ultra-Ungu (UV) dalam Rancang Bangun Proses Oksidasi Lanjut untuk Pencegahan Pencemaran Air dan Fasa Gas*. Jakarta. Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Cahyonugroho, OH. 2010. *Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet dan Pengadukan terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E.coli*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Surabaya : Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"

- Chayuningdari. 2000. *Studi Morfologi dan Hubungan Kekerabatan Varietas Salak Pondoh*. FMIPA. Universitas Surakarta. Biodiversitas Vol.1, No. 2 Hal 59.
- Chintya R dan Nisa F Choirun. 2015. Pengaruh Daya Lampu dan Lama Iradiasi Ultraviolet terhadap Karakteristik Sari Buah Murbei (*Morus alba L.*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 610-619
- Chen CC, LK Liu, JD Hsu, HP Huang, MY Yang dan CJ Wang. 2006. Mulberry extract inhibits the development of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Food Chemistry* 91(4).
- Costa, Lorenza dkk. 2005. "UV-C Treatment Delays Postharvest Senescence in Broccoli Florets." *Postharvest Biology and Technology* 39(2): 204–10.
- Droge, Wulf. 2002. "Free Radicals in the Physiological Control of Cell Function." *Physiological Reviews* 82(1): 47–95.
- El-naggar, Zaghoul. 2010. *Selekta dari Tafsir Ayat-Ayat Kosmos dalam al-Que'an al-Karim jilid 3*. Jakarta: Shorouk Internasional Bookshop.
- Erkan, S. Y. Wang, and C. Y. Wang. 2008. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 48, no. 2, pp. 163–171.
- Gonzales-Aguilar, G.A., C. Y. Wang, J. G. Buta, dan D. T. Krizek. 2001. Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe 'Tommy Atkins' mangoes. *International Journal of Food Science and Technology* 36: 767-773.
- Grossweiner LI. 2005. *The Science of Phototherapy: An Introduction*, Springer: USA
- Gustavo., Gould., and Grahame, W. 2000. *Innovation In Food Processing*. Marcel dekker. New York
- Halliwell, B. Gutteridge, J.M.C. 2001. *Free Radikal In Biology And Medicine*. New York. Oxford University Press.
- Hertiani, T., Pramono, S., & A.M, S. (2000). Uji daya antioksidan senyawa flavonoid daun (*Plantago major L.*). *Majalah Farmasi Indonesia*, 11(4), 234.
- Hollaender, A. 1995. *Radiation Biology*. Vol. 2. Effect of Radiation on Bakteria. Cornelli. Ltacha N.Y.
- Jati, Bambang, M. K. dan Tri, K. P. 2010. *Fisika Dasar Listrik-Magnet, Optika, Fisika Modern*. Yogyakarta. Andi.

- JavanLabs. 2015. *Tafsir Quroish Shihab*. <https://tafsirq>. Diakses pada tanggal 10 Desember 2019.
- Jay, J.M. 1996. *Modern Food Microbiology*, fifth edition. International Thomson Publishing. Florence.
- Juniarti OD, Yuhernita. Kandungan senyawa kimia, uji toksisitas (BSLT) dan antioksidan (1,1-diphenyl-2-pikrilhidrazyl) dari ekstrak daun saga. *Makara Sains*. 2009;13:50-4.
- Kandaswami, C and Middleton, E. 1997. Flavonoids as antioxidant, In F. Shahidi (Ed). *Natural Antioxidant Chemistry, Health Effects and Applications*. Champaign Illinois : AOCS Press.
- Kapoor H. C. and Kaur C. 2001. "Antioxidants in fruits and vegetables the millenniums health," in *Proceedings of the Antioxidants in fruits and vegetables—the millennium's health*, vol. 36, pp. 703– 725.
- Karim, Shah, dkk. 2016. Fruit Juice Production Using Ultraviolet Pasteurization, *Beverages Journal*. MDPI (<http://www.mdpi.com>).
- Koutchma TN, Larry JF, Carmen IM, 2009. *Ultraviolet Light in Food technology: Principles and Application*. Boca Raton USA: CRC
- Kusmiadi R. 2011. Kajian Efikasi Ekstrak rimpang Jahe dan Kunyit Sebagai Upaya untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Salak Pondok Akibat Serangan Cendawan. *Thesis*. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Lastriyanto, A., Kuncahyo, E. D., dan Komar, N. 2011. Desain dan Uji Prototype Alat Pasteurisasi Susu Berbasis Teknologi Irradiasi Ultraviolet (Kajian Dosis UV). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2(1): 7-16.
- Leong, L.P. and Shui, G. 2002. *An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets*. *Food Chemistry*, Vol. 76, pp. 69-75.
- Leontowicz, H., Leontowicz, M., Drzewiecki., J., Haruenkit, Poovarodom, S., park. Y.S., Jung, S.T., Kang, S.G., Trakhtenberg, S., dan Goristein, S. 2006. Bioactive properties of snake fruit (*Sacalcca edulis reinw*). And mangosteen (*Garcinia mangostana*) and their influence of plasma lipid profile and antioxidant activity in rats red cholesterol. *Journal European Food Research and Technology*, 233:697-703
- Li, Dongdong et al. 2014. "ABA and UV-C Effects on Quality, Antioxidant Capacity and Anthocyanin Contents of Strawberry Fruit (*Fragaria Ananassa Duch.*)" *Postharvest Biology and Technology* 90: 56–62.

- Lomrah, Siti. 2017. Pengaruh Cahaya Ultraviolet C (UV-C) dan Kelembaban Udara (RH) terhadap Jumlah Bakteri Escherichia coli pada Kulit Sepatu. *Skripsi*. Malang : UIN Malang.
- Lucas, R., McMichael, T., Smith, W., & Armstrong, B. 2006. *Solar Ultraviolet Radiation: Global Burden of Disease From Solar Ultraviolet Radiation Environmental Bunden of Disease Series*, No. 13. WHO.
- Ma'at S. 2009. Sterilisasi dan Disinfeksi. Surabaya: Airlangga University Press.
- Magfiroh. Laila. 2017. *Pengaruh pemberian air redaman buah tin (ficus carica), buah blimbing wuluh (averhoa bmilmbi l). terhadap radikal bebas dan kandungan protein pada daging sapi yang terpapar radiasi gamma*. Malang: Jurusan Fisika UIN Malang.
- Marckus A. 1999. Hydroxy-Pyridones Outstanding Biological Properties. Hydroxy-Pyridones as Antifungal Agents with Special Empashis on Onychomycosis. New York(US): Springer.
- Marlina., Purwanto. L., Ahmad. Y.A., dan Usman. 2014. *Aplikasi Pelapisan Kitosan untuk Mempertahankan Mutu Salak Pondoh (Salacca edulis reinw) selama Penyimpanan*. IPB.
- Muller, Alexandra dkk. 2011. "UV-C Treatment of Juices to Inactivate Microorganisms Using Dean Vortex Technology." *Journal of Food Engineering* 107(2): 268–75.
- Murtianingsih W, Prabawati S, Sjaifullah. 1996. Patogen Penyebab Penyakit Pascapanen Buah Salak dan Cara Pengendalian. *J Horticulture* 6(1): 95-99.
- Nadiah Tharayarah. 2013. *Sains Dalam Al-Qur'an*. Jakarta: Dar al-Yumama.
- Nurhayati, dkk. 2004 Penggunaan Sinar Ultra Violet Untuk Menekan Penyakit Busuk Asam Pada Buah Tomat Pasca Panen. *J Horticulture* 10(2): 85-88.
- Papoutsis, K., Vuong, Q. V, Pristijono, P., Golding, J. B., Bowyer, M. C., Scarlett, C. J., & Stathopoulos, C. E. (2016). Enhancing the Total Phenolic Content and Antioxidants of Lemon Pomace Aqueous Extracts by Applying UV-C Irradiation to the Dried Powder. *Foods MDPI*, 5(55).
- Peatross, Justin dan Ware, Michael. 2008. *Physics of Light and Optics*. Brigham Young University.
- Prakash, A. 2001. *Antioxidant Activity*. Medallion Laboratories-Analytical progress. Volume 19. Nomor 2. Hal 1-4
- Rismawati, F., & Leni Herliani Afrianti, L. H. A. 2016 "Pengaruh Perbandingan Air dengan Buah Salak dan Konsentrasi Penstabil Terhadap Karakteristik

Minuman Sari Buah Salak Bongkok (*Salacca edulis*, Reinw)”. Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Unpas.

Rohdiana D. 2008. *Teh Hitam dan Antioksidan*. Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung.

Rukmana R. 1990. *Salak, Prospek Agribisnis dan Teknik Usaha Tani*. Yogyakarta: Kanisius.

Sahputra, F. M., 2008. Potensi Ekstrak Kulit dan Daging Buah Salak sebagai Antidiabetes, Skripsi, FMIPA Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sarinaningsih. 2016. *Pengaruh Intensitas, Lama Waktu Penyinaran dan Posisi Sumber Sinar Ultraviolet Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E.Coli pada Air Sumur*. Mataram: Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataran.

Satwiko, Prasasto. 2004. *Fisika Bangunan 1 Edisi 2*. Yogyakarta: Andi.

Setiawan, Dwi. 2011. Perambatan Cahaya pada Pandu Gelombang Makro Berbentuk Trapesium. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Setyaning, dkk. 2012. *Pengaruh Lama Penyinaran UV-C terhadap Mutu dan Umur Simpan Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.)*. Fakultas Pertanian Gadjah Mada, Yogyakarta.

Soesanto Loekas, M. 2006. *Penyakit Pascapanen Kasinius*. Yogyakarta.

Sutoyo, Suprpto. 2010. *Budidaya Tanaman Salak*. Ungaran: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa tengah.

Sripong, Kanlaya, Pongphen Jitareerat, dan Apiradee Uthairatanakij. 2019. “UV Irradiation Induces Resistance against Fruit Rot Disease and Improves the Quality of Harvested Mangosteen.” *Postharvest Biology and Technology* 149: 187–94.

Stevens, J. L., dkk., 1996. Plant hormesis induces by uv light-c for controlling postharvest diseases of tree fruits. *Crop Production*, 15: 129 – 134.

Suharyono., dan M. Kurniadi. 2010. *Efek Sinar Ultraviolet Dan Lama Simpan terhadap Karakteristik Sari Buah Tomat*. AGRITECH. Vol 30, No. 1.

Wijayanto, N. dan Nurunnajah. 2012. Intensitas Cahaya, Suhu, Kelembapan, dan Perakaran Lateral Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) di RHP Babakan Madang, BKPH Bogor, KPH. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 03(01).

Yanuriati, A, parwiyanti, Prabawati S, Yulianingsih. 2009. Penggunaan Iradiasi UV C Untuk Mengurangi Kerusakan dan Mempertahankan Kualitas Duku Segar. *J.Pascapanen* 6(2): 69-75.

LAMPIRAN 1. Data Hasil Pengukuran Berat Sampel

1. Variasi Intensitas Ultraviolet (UV) dengan Paparan 30 Menit

Pengulangan 1

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,95	0	0	0,16	0,51	0,87
100	0,98	0	0	0,13	0,45	0,81
180	0,87	0	0	0,07	0,34	0,70
260	0,94	0	0	0	2,24	0,56

Pengulangan 2

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,96	0	0,2	0,49	0,85	
100	0,93	0	0,15	0,47	0,83	
180	0,83	0	0,04	0,36	0,68	
260	0,97	0	0	0,15	0,36	

Pengulangan 3

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,79	0	0	0,22	0,47	0,89
100	0,95	0	0	0,16	0,44	0,84
180	0,87	0	0	0,09	0,38	0,71
260	0,78	0	0	0	0,26	0,57

Pengulangan 4

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,86	0	0	0,19	0,52	0,86
100	0,95	0	0	0,12	0,45	0,80
180	0,97	0	0	0,06	0,39	0,72
260	0,89	0	0	0	0,27	0,56

Pengulangan 5

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,87	0	0	0,17	0,51	0,90

100	0,86	0	0	0,12	0,43	0,85
180	0,94	0	0	0,08	0,336	0,68
260	1,01	0	0	0	0,24	0,53

Rata-Rata dari 5 Pengulangan

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke- 0	Hari ke-8	Hari ke- 16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,89	0	0	0,188	0,500	0,874
100	0,93	0	0	0,134	0,448	0,826
180	0,90	0	0	0,068	0,366	0,698
260	0,92	0	0	0	0,252	0,572

2. Perhitungan Luas salak yang Rusak

Diketahui :

LK (luas total kertas) = 5307 gr

Wt (Berat total kertas) = 88,06 gr

LP = Luas rata-rata buah rusak

1. Berat total buah salak

▪ Kontrol

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,89}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 53,4 \text{ cm}^2$$

▪ Intensitas 100 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,934}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 56,29 \text{ cm}^2$$

▪ Intensitas 180 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,896}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 54 \text{ cm}^2$$

▪ Intensitas 260 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,918}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 55,32 \text{ cm}^2$$

2. Luas Buah yang Rusak

▪ Kontrol Hari ke-0

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ Kontrol Hari ke-8

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ Kontrol Hari ke-16

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,188}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 11,33 \text{ cm}^2$$

▪ Kontrol Hari ke-24

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,50}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 30,13 \text{ cm}^2$$

▪ Kontrol Hari ke-32

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.874}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 52.67 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.136}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 8.19 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.448}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 27 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.826}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 49.78 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.068}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 4.10 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.366}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 22.06 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.698}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 42.07 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.252}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 15.19 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.572}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 34.47 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-24**

3. Variasi Intensitas Ultraviolet (UV) dengan Paparan 40 Menit

Pengulangan 1

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,95	0	0	0,16	0,51	0,87
100	0,96	0	0	0,09	0,39	0,75
180	0,84	0	0	0,02	0,27	0,62
260	0,98	0	0	0	0,2	0,44

Pengulangan 2

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,96	0	0	0,2	0,49	0,85
100	0,84	0	0	0,08	0,38	0,77
180	1,02	0	0	0	0,29	0,61
260	0,89	0	0	0	0,15	0,36

Pengulangan 3

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,79	0	0	0,22	0,47	0,89
100	0,83	0	0	0,12	0,41	0,79
180	0,91	0	0	0	0,28	0,64
260	0,83	0	0	0	0,21	0,45

Pengulangan 4

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,86	0	0	0,19	0,52	0,86
100	0,95	0	0	0,07	0,40	0,75
180	0,74	0	0	0,01	0,26	0,6
260	0,93	0	0	0	0,17	0,43

Pengulangan 5

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,87	0	0	0,17	0,51	0,90
100	0,90	0	0	0,10	0,39	0,74
180	0,83	0	0	0	0,29	0,58
260	0,78	0	0	0	0,20	0,44

Rata-Rata dari 5 Pengulangan

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,89	0	0	0,188	0,50	0,874
100	0,92	0	0	0,092	0,394	0,760
180	0,91	0	0	0,006	0,278	0,610
260	0,90	0	0	0	0,192	0,446

4. Perhitungan Luas Salak yang Rusak

Diketahui :

LK (luas total kertas) = 5307 gr

Wt (Berat total kertas) = 88,06 gr

$$LP = 54.6 \text{ cm}^2$$

1. Berat total buah salak

▪ Kontrol

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.89}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 53.4 \text{ cm}^2$$

▪ Intensitas 100 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.91}{88.06} \times 5307$$

▪ Intensitas 180 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.88}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 53.03 \text{ cm}^2$$

▪ Intensitas 260 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.914}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 55.08 \text{ cm}^2$$

2. Luas Salak yang Rusak

▪ **Kontrol Hari ke-0**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Kontrol Hari ke-8**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Kontrol Hari ke-16**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0.188}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 11.33 \text{ cm}^2$$

▪ **Kontrol Hari ke-24**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0.50}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 30.13 \text{ cm}^2$$

▪ **Kontrol Hari ke-32**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0.874}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 52.67 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-0**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-8**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-16**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0.092}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 5.54 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-24**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0.394}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 23.74 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-32**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0.76}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 45.80 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-0**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-8**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-16**

$$LP = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

$$LP = \frac{0.006}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0.36 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.278}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 16.75 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.61}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 36.76 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.192}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 11.57 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.446}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 26.88 \text{ cm}^2$$

5. Variasi Intensitas Ultraviolet (UV) dengan Paparan 50 Menit

Pengulangan 1

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,95	0	0	0,16	0,51	0,87
100	0,91	0	0	0,05	0,30	0,66
180	1,05	0	0	0,02	0,27	0,62
260	0,89	0	0	0	0,16	0,39

Pengulangan 2

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32

Kontrol	0,96	0	0	0,2	0,49	0,85
100	0,89	0	0	0,04	0,33	0,69
180	0,83	0	0	0	0,21	0,49
260	1,06	0	0	0	0,15	0,36

Pengulangan 3

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,79	0	0	0,22	0,47	0,89
100	0,97	0	0	0,06	0,34	0,65
180	0,94	0	0	0	0,25	0,51
260	0,85	0	0	0	0,19	0,37

Pengulangan 4

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,86	0	0	0,19	0,52	0,86
100	0,95	0	0	0,05	0,32	0,67
180	0,74	0	0	0	0,22	0,48
260	0,93	0	0	0	0,15	0,40

Pengulangan 5

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,87	0	0	0,17	0,51	0,90
100	0,90	0	0	0,06	0,35	0,64
180	0,83	0	0	0	0,21	0,50
260	0,78	0	0	0	0,16	0,37

Rata-Rata dari 5 Pengulangan

Intensitas (mW/cm ²)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,889	0	0	0,188	0,50	0,874
100	0,924	0	0	0,052	0,328	0,662
180	0,910	0	0	0	0,222	0,496
260	0,902	0	0	0	0,162	0,378

6. Perhitungan Luas Salak yang Rusak

Diketahui :

LK (luas total kertas) = 5307 gr

Wt (Berat total kertas) = 88,06 gr

1. Berat total buah salak

- **Kontrol**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.886}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 53.4 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 100 mW/cm²**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.924}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 55.69 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm²**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.91}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 54.84 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm²**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.902}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 54.36 \text{ cm}^2$$

2. Luas Salak yang Rusak

- **Kontrol Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Kontrol Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Kontrol Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.188}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 11.33 \text{ cm}^2$$

- **Kontrol Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.50}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 30,13 \text{ cm}^2$$

- **Kontrol Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.874}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 52.67 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.052}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 3.13 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.328}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 19.77 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 100 mW/cm² Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.662}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 39.90 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.222}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 13.38 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 180 mW/cm² Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.496}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 29.89 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.162}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 9.76 \text{ cm}^2$$

- **Intensitas 260 mW/cm² Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.378}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 22.78 \text{ cm}^2$$

7. Variasi Waktu Paparan Ultraviolet (UV) dengan Intensitas 100 mW/cm²

Pengulangan 1

		Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)
--	--	--

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,95	0	0	0,16	0,51	0,87
30	0,98	0	0	0,13	0,45	0,81
40	0,96	0	0	0,09	0,39	0,75
50	0,91	0	0	0,05	0,30	0,66

Pengulangan 2

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,96	0	0	0,2	0,49	0,85
30	0,93	0	0	0,15	0,47	0,83
40	0,84	0	0	0,08	0,38	0,77
50	0,89	0	0	0,04	0,33	0,69

Pengulangan 3

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,79	0	0	0,22	0,47	0,89
30	0,95	0	0	0,16	0,44	0,84
40	0,83	0	0	0,12	0,41	0,79
50	0,97	0	0	0,06	0,34	0,65

Pengulangan 4

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,86	0	0	0,19	0,52	0,86
30	0,95	0	0	0,12	0,45	0,80
40	1,03	0	0	0,07	0,40	0,75
50	0,95	0	0	0,05	0,32	0,67

Pengulangan 5

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,87	0	0	0,17	0,51	0,90
30	0,86	0	0	0,12	0,43	0,85
40	0,87	0	0	0,10	0,39	0,74
50	0,90	0	0	0,06	0,35	0,64

Rata-Rata dari 5 Pengulangan

Waktu (Menit)	Luas total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,886	0	0	0,188	0,50	0,874
30	0,934	0	0	0,136	0,448	0,826
40	0,906	0	0	0,092	0,394	0,760
50	0,924	0	0	0,052	0,328	0,662

8. Perhitungan Luas Salak yang Rusak

Diketahui :

LK (luas total kertas) = 5307 gr

Wt (Berat total kertas) = 88,06 gr

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

1. Berat total buah salak

▪ Kontrol

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.886}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 53.4 \text{ cm}^2$$

▪ Kontrol Hari ke-8

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ Intensitas 100 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.934}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 56.29 \text{ cm}^2$$

▪ Kontrol Hari ke-16

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.188}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 11.33 \text{ cm}^2$$

▪ Intensitas 180 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.906}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 54.06 \text{ cm}^2$$

▪ Kontrol Hari ke-24

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.50}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 30.13 \text{ cm}^2$$

▪ Intensitas 260 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.924}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 55.69 \text{ cm}^2$$

▪ Kontrol Hari ke-32

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.874}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 52.67 \text{ cm}^2$$

2. Perhitungan Luas Salak yang Rusak

▪ Kontrol Hari ke-0

▪ Paparan 30 Menit Hari ke-0

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.136}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 8.19 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.448}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 27 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.826}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 49.78 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.092}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 5.54 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.394}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 23.74 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.76}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 45.80 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.052}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 3.13 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.328}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 19.77 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.662}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 39.90 \text{ cm}^2$$

9. Variasi Waktu Paparan Ultraviolet (UV) dengan Intensitas 180 mW/cm²

Pengulangan 1

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,95	0	0	0,16	0,51	0,87
30	0,87	0	0	0,07	0,34	0,70
40	0,84	0	0	0,02	0,2	0,62
50	1,05	0	0	0	0,22	0,50

Pengulangan 2

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,96	0	0	0,2	0,49	0,85
30	0,83	0	0	0,04	0,36	0,68
40	1,02	0	0	0	0,29	0,61
50	0,83	0	0	0	0,21	0,49

Pengulangan 3

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,79	0	0	0,22	0,47	0,89
30	0,87	0	0	0,09	0,34	0,65
40	0,91	0	0	0	0,28	0,64
50	0,94	0	0	0	0,25	0,51

Pengulangan 4

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,86	0	0	0,19	0,52	0,86
30	0,97	0	0	0,06	0,39	0,72
40	0,78	0	0	0,01	0,26	0,60
50	0,74	0	0	0	0,22	0,48

Pengulangan 5

		Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,87	0	0	0,17	0,51	0,90
30	0,94	0	0	0,08	0,36	0,68
40	0,85	0	0	0	0,29	0,58
50	0,83	0	0	0	0,21	0,50

Rata-Rata dari 5 Pengulangan

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,886	0	0	0,188	0,50	0,874
30	0,896	0	0	0,068	0,366	0,698
40	0,880	0	0	0,006	0,278	0,61
50	0,910	0	0	0	0,222	0,396

10. Perhitungan Luas Salak yang Rusak

Diketahui :

LK (luas total kertas) = 5307 gr

Wt (Berat total kertas) = 88,06 gr

$$LP = \frac{0,910}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 54,84 \text{ cm}^2$$

1. Berat total buah salak

▪ Kontrol

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,886}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 53,4 \text{ cm}^2$$

▪ Intensitas 100 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,896}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 54 \text{ cm}^2$$

▪ Intensitas 180 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,88}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 53,03 \text{ cm}^2$$

▪ Intensitas 260 mW/cm²

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

2. Luas Salak yang Rusak

▪ Kontrol Hari ke-0

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ Kontrol Hari ke-8

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ Kontrol Hari ke-16

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,188}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 11,33 \text{ cm}^2$$

▪ Kontrol Hari ke-24

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,50}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 30.13 \text{ cm}^2$$

▪ **Kontrol Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.874}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 52.67 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.068}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 4.10 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.366}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 22.06 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.698}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 42.07 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.006}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0.36 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.278}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 16.75 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.61}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 36.76 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.052}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 3.13 \text{ cm}^2$$

▪ Paparan 50 Menit Hari ke-24

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.222}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 13.38 \text{ cm}^2$$

▪ Paparan 50 Menit Hari ke-32

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.496}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 29.89 \text{ cm}^2$$

11. Variasi Waktu Paparan Ultraviolet (UV) dengan Intensitas 260 mW/cm²

Pengulangan 1

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,95	0	0	0,16	0,51	0,87
30	0,94	0	0	0	0,24	0,56
40	0,98	0	0	0	0,20	0,44
50	0,89	0	0	0	0,16	0,39

Pengulangan 2

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,96	0	0	0,20	0,49	0,85
30	0,97	0	0	0	0,25	0,64
40	0,89	0	0	0	0,18	0,47
50	1,06	0	0	0	0,15	0,36

Pengulangan 3

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,79	0	0	0,22	0,47	0,89
30	0,78	0	0	0	0,26	0,57
40	0,83	0	0	0	0,21	0,45
50	0,85	0	0	0	0,19	0,37

Pengulangan 4

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,86	0	0	0,19	0,52	0,86
30	0,89	0	0	0	0,27	0,56
40	0,91	0	0	0	0,17	0,43
50	0,93	0	0	0	0,15	0,40

Pengulangan 5

Waktu (Menit)	Berat total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Berat Salak Rusak (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,87	0	0	0,17	0,51	0,90
30	1,01	0	0	0	0,24	0,53
40	0,96	0	0	0	0,20	0,44
50	0,78	0	0	0	0,16	0,37

Rata-Rata dari 5 Pengulangan

Waktu (Menit)	Luas total buah salak (cm ²)	Rata-Rata Luas Gejala Penyakit (cm ²)				
		Hari ke-0	Hari ke-8	Hari ke-16	Hari ke-24	Hari ke-32
Kontrol	0,886	0	0	0,188	0,50	0,874
30	0,918	0	0	0	0,252	0,572
40	0,914	0	0	0	0,192	0,446
50	0,902	0	0	0	0,162	0,378

12. Perhitungan Luas Salak yang Rusak

Diketahui :

LK (luas total kertas) = 5307 gr

Wt (Berat total kertas) = 88,06 gr

1. Berat total buah salak

▪ **Kontrol**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,886}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 53,4 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 100 mW/cm²**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,918}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 55,32 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 180 mW/cm²**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,914}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 55,08 \text{ cm}^2$$

▪ **Intensitas 260 mW/cm²**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,902}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 54,36 \text{ cm}^2$$

2. Luas Salak yang Rusak

▪ **Kontrol Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Kontrol Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Kontrol Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.188}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 11.33 \text{ cm}^2$$

▪ **Kontrol Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.50}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 30.13 \text{ cm}^2$$

▪ **Kontrol Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.874}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 52.67 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.252}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 15.19 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 30 Menit Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.572}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 34.47 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0,192}{88,06} \times 5307$$

$$LP = 11,57 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 40 Menit Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.446}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 26.88 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-0**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-8**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 0 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-24**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.162}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 9.76 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-16**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 3.13 \text{ cm}^2$$

▪ **Paparan 50 Menit Hari ke-32**

$$LP = \frac{Wr}{Wt} \times LK$$

$$LP = \frac{0.378}{88.06} \times 5307$$

$$LP = 22.78 \text{ cm}^2$$

LAMPIRAN 2. Pembuatan Larutan

Lampiran 2.1 Pembuatan Larutan Uji Kadar Antioksidan

L.2.1.1 Pembuatan Larutan DPPH 0,5 mM 100 mL

- DPPH 0,5 mM dalam 100 mL methanol p.a
- Mr DPPH = 394,33 g/mol
- Volume Larutan = 100 mL
- Mol DPPH = Kosentrasi x Volume Larutan
 - = 0,5 mM x 50 mL
 - = 0,05 mmol
- Mg DPPH = 0,05 mmol x 394,33
 - = 19,716 mg

Cara pembuatannya adalah ditimbang serbuk DPPH sebanyak 19,7 mg, kemudian dilarutkan dengan methanol p.a 100 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. selanjutnya ditambahkan methanol hingga tanda batas dan dikocok hingga homogen.

L.2.2 Pembuatan Larutan Stok 1.000 ppm dalam 25 mL Methanol p.a

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg}}{\text{ml}}$$

$$1.000 = \frac{\text{mg}}{0,025 \text{ L}}$$

mg = 25 mg

Jadi untuk membuat larutan stok 1.000 yaitu ditimbang 25 mg sampel dilarutkan dalam 25 mL methanol p.a

L.2.3 Pembuatan Larutan Sampel Uji Kadar Antioksidan 100, 200, 300 400

ppm dalam 25 ml

➤ 100 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$\begin{aligned} 1.000 \text{ ppm} \times V_1 &= 100 \text{ ppm} \times 25 \text{ ml} \\ &= 2.500/1.000 \\ &= 2,5 \text{ ml} \end{aligned}$$

Jadi untuk larutan 100 ppm yaitu diambil 2,5 ml larutan stok kemudian ditambahkan 22,5 ml methanol p.a

➤ 200 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$\begin{aligned} 1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 200 \text{ ppm} \times 25 \text{ ml} \\ &= 5.000/1.000 \\ &= 5 \text{ ml} \end{aligned}$$

Jadi untuk larutan 200 ppm yaitu diambil 5 ml larutan stok kemudian ditambahkan 20 ml methanol p.a

➤ 300 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$\begin{aligned} 1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 300 \text{ ppm} \times 25 \text{ ml} \\ &= 7.500/1000 \\ &= 7,5 \text{ ml} \end{aligned}$$

Jadi untuk larutan 300 ppm yaitu diambil 7,5 ml larutan stok kemudian ditambahkan 17,5 ml methanol p.a

➤ 400 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$\begin{aligned} 10.000 \text{ ppm} \times V_1 &= 400 \text{ ppm} \times 25 \text{ ml} \\ &= 10.000/1.0000 \\ &= 10 \text{ ml} \end{aligned}$$

Jadi untuk larutan 400 ppm yaitu diambil 10 ml larutan stok kemudian ditambahkan 15 ml methanol p.a

LAMPIRAN 3. Dokumentasi Kegiatan



Buah Salak Segar



Proses Paparan UV-C



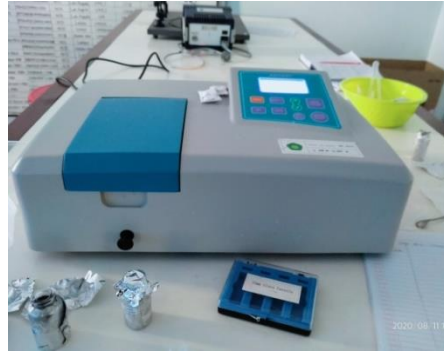
Proses Penyimpanan dalam Kulkas



Kerusakan Tanpa Paparan UV-C



Proses Timbang Berat Kertas Hasil Jiplak



Spektrofotometer UV-Vis



Penyimpanan hari ke-0



Penyimpanan hari ke-8



Penyimpanan hari ke-16



Penyimpanan hari ke-24

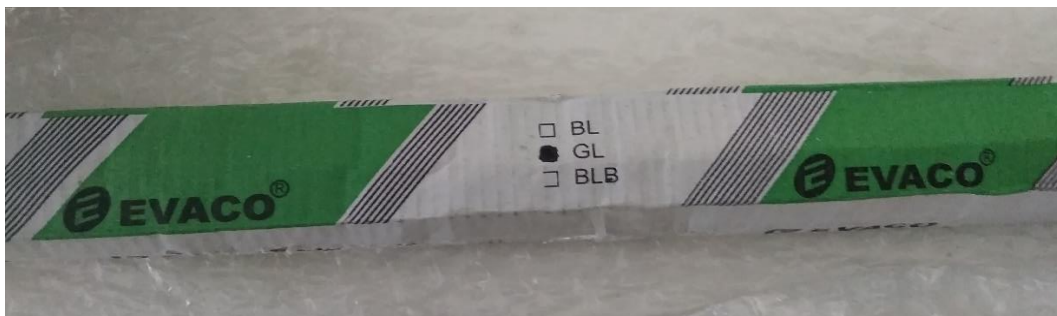


Penyimpanan hari ke-32



Uji Antioksidan

LAMPIRAN 5. Spesifikasi Lampu





Keterangan :

Jenis Lampu : UV-C T8 GL (Germamedical)

Merk : Evaco

Watt : 20 W

Panjang Gelombang : 265 nm

Panjang Lampu : 65,5 cm



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

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

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ardhia Pramestika Triastarani
NIM : 16640021
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet (UV) untuk
Memperkecil Kerusakan dan Aktivitas Antioksidan
pada Buah Salak (*Salacca edulis reinw*)
Pembimbing I : Dr. H. M. Tirono, M.Si
Pembimbing II : Drs. Abdul Basid, M.Si

No	Hari/Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	Senin/ 25 November 2019	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	Kamis/ 05 Desember 2019	Konsultasi Bab I, II, dan III	
3	Senin/ 23 Desember 2019	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
4	Selasa/ 17 November 2020	Konsultasi data hasil Bab IV	
5	Kamis/ 10 Desember 2020	Konsultasi data hasil Bab IV dan ACC	
6	Senin/ 08 Maret 2021	Konsultasi Bab IV	
7	Selasa/ 20 April 2021	Konsultasi Bab IV dan ACC	
8	Senin/ 12 Juli 2021	Konsultasi integrasi	
9	Selasa/ 10 Agustus 2021	Konsultasi Bab IV	
10	Senin/ 30 Agustus 2021	Konsultasi Bab IV	
11	Senin/ 13 September 2021	Konsultasi Bab IV dan Abstrak	
12	Rabu/ 15 September 2021	Konsultasi Bab IV, Abstrak dan ACC	
13	Jum'at/ 17 September 2021	Konsultasi integrasi	
14	Rabu/ 16 November 2021	Konsultasi integrasi dan ACC	



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

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

15	Kamis/ 18 November 2021	Konsultasi semua Bab dan ACC	A.
----	-------------------------	------------------------------	----

Malang, 02 Desember 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Ibtam Tazi, M. Si

NIP. 19740730 200312 1 002