

**PENGARUH LAMA PAPARAN UV-C TERHADAP KADAR  
ANTIOKSIDAN DAN VITAMIN C PADA BUAH KELENGKENG  
DAN APEL YANG DISIMPAN PADA SUHU RENDAH**

**SKRIPSI**

Oleh:

**HIDAYATUL MUKAROMAH**

**NIM. 16640020**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2020**

**PENGARUH LAMA PAPARAN UV-C TERHADAP KADAR  
ANTIOKSIDAN DAN VITAMIN C PADA BUAH KELENGKENG  
DAN APEL YANG DISIMPAN PADA SUHU RENDAH**

**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:**

**HIDAYATUL MUKAROMAH**

**NIM. 16640020**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2020**

## HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH LAMA PAPARAN UV-C TERHADAP KADAR  
ANTIOKSIDAN DAN VITAMIN C PADA BUAH KELENGKENG  
DAN APEL YANG DISIMPAN PADA SUHU RENDAH

SKRIPSI

Oleh:  
Hidayatul Mukaromah  
NIM. 16640020

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Pada tanggal: 30 Oktober 2020

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



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



## HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH LAMA PAPARAN UV-C TERHADAP KADAR  
ANTIOKSIDAN DAN VITAMIN C PADA BUAH KELENGKENG  
DAN APEL YANG DISIMPAN PADA SUHU RENDAH

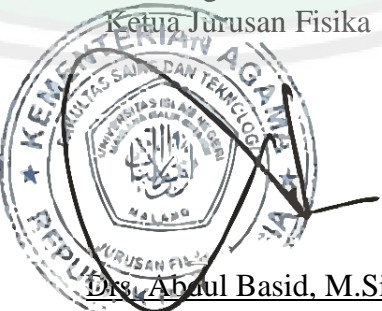
### SKRIPSI

Oleh:  
Hidayatul Mukaromah  
NIM. 16640020

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji  
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Pada Tanggal, 07 Desember 2020

Penguji Utama	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Ketua Penguji	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIDT. 19870215 20180201 2 233	
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



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

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hidayatul Mukaromah  
NIM : 16640020  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan dan Vitamin C pada Buah Kelengkeng dan Apel yang Disimpan pada Suhu Rendah.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah 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 menerima saksi atas perbuatan ini.

Malang, November 2020  
Yang Membuat Pernyataan



*Hidayatul Mukaromah*  
:Hidayatul Mukaromah  
NIM. 16640020

## MOTTO

*“Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu hambanya sehingga merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”(Q.S. Ar Ra’ad:11)*

*“Dan bahwasanya seorang manusia tidak akan memperoleh selain apa yang telah ia usahakanya” (Q.S. An Najm:39).*

*Usaha, do’a, sabar dan ikhlas dalam setiap menjalani sesuatu , itulah kunci nya. Hanya Allah SWT yang mengetahui skenario setiap proses kehidupan ini, pasti ada kemudahan dibalik kata kesulitan.*

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا. إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۗ

*"Karena sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan." (QS. Al-Insyirah ayat 5-6)*

**“SUCCESSION IS THE ABILITY TO GO FROM ONE FAILURE TO ANOTHER  
WITH NO LOSS OF ENTHUSIASM”**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur Alhamdulillah. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak H.Kaspuan dan Ibu Hj. Sumartun, untuk kasih sayang dan motivasi serta do'a tiada henti. Sehingga saya dapat menjalani dan dan melewati segala rintangan dalam proses kehidupan.
2. Kakak-kakakku Listiana dan Latifatus Suniyah yang telah memotivasi dan mendoakannya dalam proses penulisan skripsi ini.
3. Para dosen dan pembimbing, yang telah membantu dalam membuka cakrawala dunia melalui membimbing dalam keluasan ilmu pengetahuan. Semoga bermanfaat di Dunia hingga Akhirat.
4. Teman-teman seperjuanganku di program studi S1 Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang angkatan 2016 yang selalu membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Keluarga besar Asrama Al-Ikhsan terutama Devi, Ifa, Bu Nur dan Pak Si yang senantiasa memberikan Do'a dan Motivasi untuk segera menyelesaikan tulisan ini.

Terimakasih kepada semua yang telah mendo'akan dan memotivasi yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, Semoga Allah SWT membalaskan budi baik kalian semua, Amin..

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb*

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat, hidayah serta kasih sayang-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Skripsi yang telah penulis susun ini berjudul “Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Kadar Vitamin C dan Antioksidan Buah Kelengkeng dan Apel”. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun kita dari zaman kegelapan hingga zaman terang-benderang.

Dengan ini penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya dukungan dan bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam kegiatan penelitian maupun penyusunan skripsi ini.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada :

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



5. Dr. Imam Tazi, M.Si dan Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si selaku dosen penguji saya yang telah memberi solusi dan pencerahan atas kekhilafan skripsi saya.
6. Segenap dosen Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Segenap Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
8. Kedua orang tua saya yang selalu menyayangi, mendukung, mendoakan, dan memberikan materi untuk menyelesaikan studi saya.
9. Keluarga tercinta dan yang selalu memberikan semangat motivasi serta limpahan do'a yang membuat saya bisa hingga pada titik ini.
10. Teman – teman satu angkatan Fisika yang selalu mendukung saya dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberi motivasi dalam penulisan skripsi ini.
11. Serta terimakasih semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Dalam skripsi ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan kemampuan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat menambah wawasan dan bermanfaat bagi pembaca.

Malang, 25 April 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sinar Ultraviolet (UV) .....	8
2.1.1 Pengertian Sinar Ultraviolet .....	8
2.1.2 Intensitas Sinar Ultraviolet .....	10
2.2 Sinar Ultraviolet C (UV-C) .....	12
2.2.1 Pengertian Sinar Ultraviolet C .....	12
2.2.2 Pengaruh Waktu Paparan UV-C pada Materi .....	13
2.3 Apel Manalagi ( <i>Malus Sylvestris</i> ) .....	14
2.3.1 Klasifikasi .....	14
2.3.2 Morfologi .....	15
2.4 Kelengkeng ( <i>Dimocarpus Longan Lour</i> ) .....	16
2.4.1 Klasifikasi .....	16
2.4.2 Morfologi .....	17
2.5 Faktor yang Mempengaruhi Pembusukan pada Buah .....	19
2.6 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Lama Simpan Buah .....	20
2.6.1 Interaksi UV-C pada Buah .....	24
2.7 Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Kadar Vitamin C dan Antioksidan pada Buah .....	26
2.7.1 Vitamin C .....	26
2.7.2 Antioksidan .....	27
2.8 Metode Penyimpanan Buah Kelengkeng dan Apel .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian .....	31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	31
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	31
3.3.1 Alat-alat yang digunakan .....	31
3.3.2 Bahan yang digunakan .....	32
3.4 Desain Rangkaian Alat .....	33

3.5	Rancangan Penelitian .....	33
3.5.1	Proses Perawatan Objek dengan Paparan UV-C yang disimpan pada Suhu Rendah .....	33
3.5.2	Penentuan Kadar Vitamin C .....	35
3.5.3	Penentuan Kadar Antioksidan .....	37
3.6	Prosedur Penelitian .....	38
3.6.1	Sterilisasi .....	38
3.6.2	Paparan UV-C .....	39
3.6.3	Uji kadar dalam buah .....	40
3.7	Teknik Pengumpulan Data .....	41
3.8	Teknik Analisis Data .....	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Hasil Penelitian .....	44
4.1.1	Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Lama Simpan Buah Kelengkeng dan Apel .....	46
4.1.2	Pengaruh Waktu Paparan Sinar UV-C terhadap Kadar Vitamin C Kelengkeng dan Apel .....	49
4.1.3	Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan Buah Kelengkeng dan Apel .....	52
4.2	Pembahasan .....	57
4.2.1	Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Lama simpan Buah Kelengkeng dan Apel pada Suhu Rendah (17°C) .....	57
4.2.2	Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Kadar Vitamin C Buah Kelengkeng dan Apel .....	59
4.2.3	Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan Buah Kelengkeng dan Apel .....	60
4.3	Hasil Berdasarkan Syarat Ketentuan Permentan .....	61
4.4	Sinar UV dalam Pandangan Islam .....	62
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	66
5.2	Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Buah Apel Manalagi ( <i>Mlus Sylvetris</i> ) .....	15
Gambar 2.2	Buah Kelengkeng ( <i>Dimocarpus longan Lour</i> ).....	17
Gambar 3.1	Desain Rangkaian Alat (a.tampak luar, b.tampak dalam).....	34
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian .....	36
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian Uji Kadar Vitamin C .....	37
Gambar 3.4	Diagram Alir Penelitian Uji Kadar Antioksidan .....	39
Gambar 4.1	Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Lama Penyimpanan Buah Kelengkeng .....	48
Gambar 4.2	Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Lama Penyimpanan Buah Apel.....	49
Gambar 4.3	Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Vitamin C Buah Kelengkeng.....	52
Gambar 4.4	Pengaruh Wakt Paparan UV-C terhadap Kadar Vitamin C Buah Apel .....	53
Gambar 4.5	Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap IC50 Buah Kelelengkeng .....	56
Gambar 4.6	Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap IC50 Buah Apel .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pembagian Spektrum Elektromagnetik dari Sinar Ultraviolet .....	8
Tabel 2.2	Kandungan Gizi Apel Manalagi per 100 g .....	16
Tabel 2.3	Syarat Mutu Kelengkeng .....	23
Tabel 2.4	Syarat Mutu Apel .....	24
Tabel 2.5	Batas Maksimum Tingkat Cacat/Penyimpanan .....	24
Tabel 3.1	Penentuan Lama Penyimpanan Buah Kelengkeng dan Apel.....	42
Tabel 3.2	Penentuan Kadar Vitamin C pada Buah Kelengkeng dan Apel .....	43
Tabel 3.3	Penentuan Kadar Antioksidan pada Buah Kelengkeng dan Apel .....	43
Tabel 4.1	Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Lama Simpan Buah Kelengkeng pada Suhu Rendah (17°C) .....	47
Tabel 4.2	Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Lama Penyimpanan Buah Apel pada Suhu Rendah (17°C) .....	49
Tabel 4.3	Data Hasil Penelitian Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Vitamin C Buah Kelengkeng dan Apel .....	50
Tabel 4.4	Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan Buah Kelengkeng .....	54
Tabel 4.5	Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan Buah Apel .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pembuatan Larutan
- Lampiran 2 Data Hasil Perhitungan Kadar Antioksidan
- Lampiran 3 Proses Menghitung Kadar Vitamin C
- Lampiran 4 Dokumentasi
- Lampiran 5 Spesifikasi Lampu



## ABSTRAK

Mukaromah, Hidayatul. 2020. **Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan dan Vitamin C pada Buah Kelengkeng dan Apel yang Di Simpan pada Suhu Rendah.** 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: Lama Paparan, Sinar UV-C, Kadar Vitamin C dan Antioksidan, Umur Simpan Buah, Buah Kelengkeng dan Apel.**

Buah Kelengkeng dan Apel merupakan jenis buah produk hortikultural. Buah yang tidak tahan lama dan cepat membusuk merupakan proses respirasi setelah panen. Laju pembusukan tersebut dapat merugikan pertanian di Indonesia, untuk mengatasi masalah kerugian ini petani menggunakan bahan pestisida dan fungisida untuk mengawetkan buah tersebut. Namun penggunaan pestisida dan fungisida tersebut kurang efektif bagi kesehatan tubuh manusia. Pada penelitian ini menggantikan bahan tersebut dengan menggunakan teknik radiasi sinar Ultraviolet-C. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh lama paparan UV-C terhadap umur simpan, kadar vitamin C dan kadar antioksidan Buah Kelengkeng dan Apel. Pada penelitian ini yaitu menggunakan lampu UV-C sebagai proses paparan terhadap objek penelitian, panjang gelombang UV-C pada penelitian ini yaitu 265 nm, daya lampu sebesar 40 watt dan waktu paparan UV-C 0, 10, 20, 30, dan 40 menit. Buah setelah diberi paparan UV-C akan diuji kadar vitamin C dan antioksidan pada hari ke-0, ke-4, ke-8 dan ke-12, serta penyimpanan buah pada suhu 17°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama paparan UV-C berpengaruh positif pada umur simpan Buah Kelengkeng dan Apel. Waktu paparan UV-C optimum untuk umur simpan buah yaitu selama 40 menit yang bertahan hingga 54,6 hari pada buah kelengkeng dan 61 hari pada Buah Apel. Lama waktu paparan UV-C berpengaruh terhadap kadar vitamin C dan antioksidan Buah Kelengkeng dan Apel. Semakin lama waktu paparan UV-C dapat menyebabkan penurunan kadar vitamin C dan kadar Antioksidan. Penurunan terjadi akibat kadar vitamin C mudah teroksidasi, proses oksidasi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu cahaya, panas, dsb.

## ABSTRACT

Mukaromah, Hidayatul. 2020. **The Effect of Duration of UV-C Exposure to Levels Antioxidants and Vitamin C in Longan and Apples Store at Low Temperature.** Undergraduate 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.

---

**Keywords: Duration of Exposure, UV-C Rays, Levels of Vitamin C and Antioxidants. Shelf life of fruit, Longan and Apple.**

Longan and Apple are types of horticultural products. Fruit that does not last long and rot quickly is a process of respiration after harvest. The rate of decomposition can be detrimental to agriculture in Indonesia. To overcome this problem, farmers use pesticides and fungicides to preserve the fruit. However, the use of pesticides and fungicides is less effective for the health of the human body. The research objective was to determine the effect of UV-C exposure time on shelf life, vitamin C levels and levels of antioxidants in longan and apple fruits. The method used in this study was UV-C exposure with a wavelength of 265 nm for 0, 10, 20, 30, and 40 minutes. The fruit after given to UV-C exposure, will be tested for levels of vitamin C and antioxidants on days 0, 4, 8 and 12, as well as fruit storage at 17 °C. The results showed that the length of exposure to UV-C had a positive effect on the shelf life of longan and apples. The optimum UV-C exposure time for fruit shelf life is 40 minutes which lasts up to 54.6 days for longan fruit and 61 days for apples. The time of UV-C exposure also affects the levels of vitamin C and antioxidants in longan and apples. Long time exposure to UV-C can cause a decrease in vitamin C levels and antioxidant levels. The decrease occurs due to the levels of vitamin C which are easily oxidized, the oxidation process is influenced by several factors, namely light, heat, etc.



## مستخلص

مكرمة, هداية. 2020. تأثير طويل التعرض للأشعة فوق البنفسجية - ج على مستويات مضادات الأكسدة وفيتامين ج في لونغان والتفاحة المخزنة في درجة حرارة منخفضة. البحث العلمي. قسم الفيزياء. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرف: (1) الدكتور محمد طيرانو الماجستير (2) الدكتور عبد السيد الماجستير.

الكلمات المفتاحية : مدة التعرض ، الأشعة فوق البنفسجية-ج ، مستويات فيتامين ج ومضادات الأكسدة ، العمر الافتراضي ، لونغان والتفاح

لونغان وفاكهة التفاح هي أنواع من المنتجات البستانية. الفاكهة التي لا تدوم طويلاً وتعفن بسرعة هي عملية تنفس بعد الحصاد. معدل التحلل يمكن أن يضر بالزراعة في إندونيسيا ، للتغلب على هذه المشكلة ، يستخدم المزارعون مبيدات الآفات ومبيدات الفطريات للحفاظ على الفاكهة. ومع ذلك ، فإن استخدام مبيدات الآفات ومبيدات الفطريات أقل فعالية بالنسبة لصحة جسم الإنسان. في هذه الدراسة ، تم استبدال هذه المواد بتقنية الأشعة فوق البنفسجية. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير وقت التعرض للأشعة فوق البنفسجية - ج على العمر الافتراضي ومستويات فيتامين ج ومستويات مضادات الأكسدة من اللونغان والتفاح. في هذه الدراسة ، باستخدام مصباح البنفسجية - ج كعملية للتعرض لهدف البحث ، بطول موجة 265 نانومتر لمدة 0 و 10 و 20 و 30 و 40 دقيقة. بعد عملية التعرض للأشعة فوق البنفسجية ، ستختبر الفاكهة على مستويات فيتامين ج ومضادات الأكسدة في اليوم 0 و 4 و 8 و 12 من البحث ثم بعد ذلك تخزين الفاكهة على درجة 17 مئوية. أما نتيجة البحث هي أن طول فترة التعرض للأشعة فوق البنفسجية-ج لها تأثير إيجابي في وقت الافتراضي للونغان والتفاحة. الوقت الأمثل للتعرض للأشعة فوق البنفسجية-ج لعمر تخزين الفاكهة هو 40 دقيقة والتي تستمر حتى 54.6 يوماً لفاكهة اللونغان و 61 يوماً للتفاح. تؤثر فترة التعرض للأشعة فوق البنفسجية - ج على مستويات فيتامين ج ومضادات الأكسدة في لونغان والتفاح. يمكن أن يؤدي التعرض الطويل للأشعة فوق البنفسجية - ج إلى انخفاض مستويات فيتامين ج ومستويات مضادات الأكسدة. يحدث الانخفاض بسبب مستويات فيتامين ج التي تتأكسد بسهولة ، وتتأثر عملية الأكسدة بعدة عوامل ، وهي الضوء والحرارة وما إلى ذلك.

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Studi epidemiologi menjelaskan bahwa seseorang yang konsumsi 400g buah-buahan per hari, akan berpotensi menurun terhadap penyakit seperti kanker usus besar, stroke. Epidemiologis mengungkapkan bahwa tubuh manusia membutuhkan arteriosclerosis (Geneva, 2006). Sebagian besar, manfaat dari buah-buahan dikaitkan dengan komposisi *phytochemical*, terutama antioksidan, fenolik, dan Vitamin C (Sahidi, 1992). Antioksidan merupakan senyawa yang menghambat radikal bebas disebabkan oleh oksigen reaktif. Dimana antioksidan membantu menetralkan spesies oksigen reaktif yang dihasilkan pada tubuh manusia, dapat menghancurkan jaringan sel (Kapoor, 2001).

Buah-buahan pascapanen merupakan salah satu komoditas hortikultural yang memegang peran penting dalam pembangunan pertanian di Indonesia. Fungsi buah-buahan sangat penting bagi proses metabolisme tubuh karena mengandung banyak vitamin serta mineral (Geneva, 2006). Buah-buahan memiliki prospek yang cerah untuk dikembangkan. Berdasarkan iklimnya buah dikelompokkan sebagai subtropis dan tropis. Buah subtropis adalah buah-buahan yang tumbuh ditempat dengan iklim dingin, dimana buah-buahan subtropis dapat tumbuh dan berbuah pada suhu rendah (kurang dari 21<sup>0</sup>C).

Kelengkeng (*Dimocarpus logan lour*) adalah tipikal buah sutropis yang biasanya populer diperjual belikan waktu musim panas (Juni hingga Agustus) di China, sedangkan di Indonesia pada bulan November hingga Febuari. Sedangkan Apel Manalagi (*Malus Sylvetris*) adalah buah yang populer dimasyarakat Jawa timur khususnya Malang, Batu dan Nongkojajar. Buah tersebut mengandung senyawa

aktif seperti antioksidan, fenolik, flavonoid, Vitamin C, pektin dan lain sebagainya. Kelengkeng dan Apel memiliki sifat yang mudah rusak dan busuk sehingga dianggap sebagai masalah serius yaitu infeksi buah dan infeksi jamur pada buah. Buah yang disimpan selama 7 atau 14 hari setelah panen biasanya dapat merusak ekosistem buah sehingga buah tersebut tidak tahan lama. Akibat hal tersebut peneliti ingin menyelidiki dan mencari alternatif lain untuk memperpanjang umur simpan buah. (Zhou X. Z., 2012)

Berdasarkan Ayat Al-Qur'an, Allah telah menciptakan berbagai jenis tanaman yang banyak manfaatnya, Allah berfirman dalam Surat an-Nahl ayat 11:

يُبَيْتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

*“Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, kurma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan”* (Q.S. an-Nahl:11).

Berdasarkan tafsir Ibnu katsir, surat An-Nahl ayat 11 menunjukkan bahwa Allah menumbuhkan semua yang ada di bumi dengan air yang sama, tetapi hasil panen yang berbeda jenis, warna, rasa, bau dan bentuknya. Karena itulah pada kalimat “Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan” bermakna bahwa terdapat petunjuk dan bukti bahwa tiada Tuhan selain Allah. Berdasarkan tafsir Ibnu katsir tersebut dapat dikaji bahwa segala tanaman yang ditumbuh memiliki banyak manfaatnya. Manfaat dari buah kelengkeng sendiri yaitu untuk obat penenang, resep kecantikan, mengendurkan saraf, untuk menghilangkan nafsu makan, limfa, dan diare. Sedangkan manfaat buah apel manalagi yaitu dapat digunakan untuk obat batuk,

obat penghancur batu ginjal, melancarkan pencernaan, membersihkan tubuh dari racun dan mengobati peradangan tubuh (Sufrida, 2006).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kualitas buah tetap baik salah satunya dengan teknik radiasi. Teknik radiasi yang umum digunakan untuk pengawetan buah adalah menggunakan sinar ultraviolet (UV). Teknik ini dilakukan dengan cara penyinaran yang bertujuan untuk mengurangi penurunan kualitas akibat pembusukan dan kerusakan, serta menghambat pertumbuhan bahkan dapat membunuh mikroorganisme yang tidak dikehendaki. DNA yang mengabsorpsi sinar UV akan membentuk ikatan rangkap dua pada molekul-molekul pirimidin sehingga mikroorganisme tidak dapat melakukan replika (Cahyonugroho, 2001).

Pemaparan Sinar Ultraviolet C (UV-C) pada buah dengan panjang gelombang 100-280 nm merupakan metode pemaparan yang mudah dan murah, serta dapat mempengaruhi kerusakan sel pada buah tanpa mengurangi kualitas buah yang terkandung dalamnya, namun hal ini tergantung pada jenis buah yang dipaparnya. UV-C juga merupakan metode yang aman untuk menggantikan penggunaan pestisida dan fungisida yang dapat menghilangkan residu serta bahaya bagi kesehatan, berdampak negatif bagi lingkungan dan munculnya mikroorganisme yang resisten terhadap fungisida tersebut. Buah yang dipapari oleh UV-C dengan dosis rendah dapat menyebabkan beberapa perubahan, yaitu produksi komponen anti fungsi, menunda kematangan, meningkatkan tahan tubuh buah, menunda pembusukan (Zhou X. Z., 2012).

UV-C merupakan metode non kimia yang dapat menunda degradasi klorofil, menghambat kerusakan jaringan sel serta dapat mempertahankan kapasitas

antioksidan (Yanuriati, 2009). Selain itu penyimpanan dengan suhu rendah merupakan prosedur pascapanen yang berperan penting untuk buah-buahan, yang berkontribusi terhadap inaktivasi polifenol, oksidan dan penghambat pertumbuhan mikroba serta dapat memperpanjang umur simpan buah.

Penelitian Sebelumnya dilakukan oleh Erkan *et. al.* (2008) menyatakan bahwa pemaparan UV-C pada waktu 5 dan 10 menit pada dosis energi sebesar 0,43, 2,15, 4,30  $\text{kJ m}^{-2}$  pada buah stroberi yang disimpan pada suhu  $10^{\circ}\text{C}$  dapat menghambat pembusukan buah. Penyimpanan buah setelah diberi paparan UV-C dapat bertahan sampai 15 hari. Selain itu, paparan 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.

Crupi *et. al.* (2013) mengatakan bahwa pemaparan UV-C dengan penerangan energi sebesar 0,8, 2,4, dan 4,1  $\text{kJ m}^{-2}$  serta penyimpanan selama 24 jam dalam suhu  $4^{\circ}\text{C}$  buah anggur, dapat memicu pada transkripsi mRNA dan kandungan antioksidan pada buah meningkat. Sehingga hasil ini menunjukkan variasi perawatan dengan UV-C dapat menyebabkan anggur tetap memiliki manfaat.

Peilong Li *et. al.* (2017) penggunaan sinar UV-C pada energi sebesar 3  $\text{kJ m}^{-2}$  dan penyimpanan suhu  $4^{\circ}\text{C}$  pada buah Leci, Kelengkeng, dan Rambutan dapat memperpanjang umur simpan buah. Dari ketiga buah yang dijadikan sampel penelitian, buah rambutan memiliki laju tercepat pada pembusukan yaitu hanya 7 hari. Sedangkan Leci dan Kelelelengkeng mengalami penyimpanan yang cukup lama yaitu hampir dari minggu ke-5. Selain itu, pendinginan dapat memperkaya kadar antioksidan, namun mengakibatkan degradasi nutrisi pada buah. Sedangkan

pengaruh pada sinar UV-C dapat meningkatkan kadar phytochemical yang melebihi dosis hormon pada buah, sehingga efek sampingnya akan mengakibatkan degradasi antioksidan.

Berdasarkan literatur di atas untuk memperpanjang umur simpan buah setelah masa panen, maka akan dilakukan penelitian tentang “Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan dan Vitamin C pada Buah Kelengkeng dan Apel yang Disimpan pada Suhu Rendah” waktu penyinaran yang bervariasi sehingga diperoleh waktu yang optimum dan disimpan pada suhu 17°C. Serta dilakukan uji kadar Vitamin-C dan antioksidan untuk mengetahui kualitas buah setelah diberi penyinaran UV-C. Sehingga setelah dilakukan penelitian ini diharapkan masyarakat Indonesia dapat melakukan proses pengawetan buah yang dikonsumsi dengan cara yang efektif dan aman untuk tubuh.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh waktu paparan UV-C terhadap umur simpan buah Kelengkeng dan Apel yang disimpan pada suhu 17°C?
2. Bagaimana pengaruh waktu paparan UV-C terhadap kadar vitamin C pada Buah Kelengkeng dan Apel?
3. Bagaimana pengaruh waktu paparan UV-C terhadap kadar antioksidan buah Kelengkeng dan Apel?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui pengaruh waktu paparan UV-C terhadap umur simpan buah Kelengkeng dan Apel pada suhu 17°C.

2. Untuk mengetahui pengaruh waktu paparan UV-C terhadap kadar vitamin C pada buah Kelengkeng dan Apel.
3. Untuk mengetahui pengaruh waktu paparan UV-C terhadap kadar Antioksidan pada buah Kelengkeng dan Apel.

#### 1.4 Batasan Masalah

Untuk fokus pada pembahasan dan permasalahan yang ada dalam penelitian ini, perlu adanya batasan masalah pada setiap penelitian. Adapun batasan masalah adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah buah Kelengkeng dan Apel Manalagi.
2. Waktu pemaparan UV-C pada buah tomat dengan daya lampu UV-C 120 watt dan waktu paparan 5, 10,15, dan 20 dapat menunda kematangan buah tomat (Setyaning, 2012). Pada penelitian ini karena terbatas dengan jumlah lampu sehingga memvariasi waktu paparan lebih besar, yaitu 10, 20, 30, dan 40 menit dan Daya Lampu 40 watt. Intensitas UV-C  $60 \text{ mW/cm}^2$ .
3. Panjang gelombang yang saya gunakan pada UV-C adalah 265 nm. Menurut (Anderson, 2000) radiasi UV yang dapat merusak Sel dan DNA tepat pada panjang gelombang 265.
4. Kadar yang diukur adalah hanya Kadar Antioksidan dan Vitamin C pada buah Kelengkeng dan Apel.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Menambah keilmuan tentang pengaruh Sinar UV-C terhadap kualitas buah subtropis, selain itu penelitian ini untuk mengetahui pengaruh UV-C terhadap lama penyimpanan buah pada pascapanen dan dapat bermanfaat bagi pemanen buah pada umumnya.





## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sinar Ultraviolet (UV)

#### 2.1.1 Pengertian Sinar Ultraviolet

Sinar UV ditemukan oleh ahli fisika Jerman yang bernama Johan Wilhelm Ritter pada tahun 1801 melalui percobaannya terhadap garam perak yang dipapari sinar matahari. (Ma'at, 2009).

Radiasi Gelombang elektromagnetik dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu radiasi ultraviolet (UV), cahaya tampak dan inframerah (IR). Spektrum sinar UV adalah elektromagnetik yang telentang pada rentang panjang gelombang 100-400 nm, sehingga dibagi menjadi UV-A (320-400 nm), sinar UV-B (280-320 nm), dan UV-C (100-280 nm) (EPA, 1999). Sehingga dapat dikelompokkan sebagai berikut (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

Spektrum cahaya dengan intensitas tinggi mempunyai pengaruh paling utama dalam kematian sel. Iradiasi UV ini dapat menyebabkan kerusakan DNA. Basa purin dan pirimidin sebagai materi dasar DNA yang menyerap radiasi UV terbanyak, penyerapan maksimum untuk DNA dan RNA terjadi pada panjang gelombang UV 265 nm (Anderson, 2000). Gangguan pada DNA ini dapat

menyebabkan kematian sel. Selain itu, penyinaran UV juga dapat menyebabkan beberapa efek kerusakan seperti aliran ion yang abnormal, peningkatan permeabilitas membran dan depolarisasi membran sel (Nur, dkk..2005).

Sinar UV hanya efektif untuk mengendalikan mikroorganisme pada permukaan yang terpapar langsung oleh sinar UV atau mikroba yang berada didekat permukaan medium transparan. Absorpsi maksimal UV 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 (Ariyadi dan Sinto, 2009).

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). Reaksi kimia yang terjadi dapat menyebabkan kegagalan proses metabolisme pada mikroorganisme yang mengarah pada kematian sel. Terutama bakteri dalam bentuk sel vegetatifnya akan mati oleh penyinaran sinar ultraviolet (UV) dan sinar-sinar ionisasi. Sinar ultraviolet menyebabkan bakteri yang berada di udara atau yang berada di lapisan permukaan suatu benda yang terpapar sinar ultraviolet akan mati (Anonim, 2006).

### 2.1.2 Intensitas Sinar Ultraviolet

Energi foton yang mengenai suatu selaput jaringan dapat mempengaruhi metabolisme seluler pada selaput jaringan tersebut. Energi foton sendiri, mampu mengalami beberapa reaksi diantaranya adalah fotokimia, koagulasi, vaporasi, fototermal, fotoablasi dan fotodistribusi. Beberapa reaksi tersebut tergantung pada intensitas dan waktu interaksinya, hal ini sebagai berikut (Bulnois, 1989):

- a. Intensitas  $10^{-3}$ - $10^0$  dengan waktu  $10^0$ - $10^3$  terjadi efek fotokimia.
- b. Intensitas  $10^0$ - $10^3$  dengan waktu  $10^{-3}$ - $10^0$  terjadi koagulasi dan vaporasi.
- c. Intensitas  $10^3$ - $10^8$  dengan waktu  $10^{-9}$ - $10^{-4}$  terjadi efek termal dan fotoablasi.
- d. Intensitas  $10^9$ - $10^{13}$  dengan waktu  $10^{-13}$ - $10^{-19}$  terjadi efek fotodistribusi.

Intensitas sinar ultraviolet ini berkaitan dengan teori *vector poynting*. Pengertian fisik dari *vector poynting* yaitu menggambarkan laju energi per satuan waktu per satuan luas penampang medium yang dilewati oleh gelombang, baik nilai sesaat atau nilai rata-rata. Nilai *vector poynting* yang besar berarti menggambarkan intensitas gelombang elektromagnetik yang besar juga. Perbedaan antara intensitas gelombang dengan *vector poynting* yaitu intensitas gelombang merupakan besaran skalar sedangkan *vector poynting* merupakan besaran vektor yang menggambarkan arah perambatan gelombang dan besarnya kerapatan energi gelombang per satuan waktu atau laju energi gelombang dalam satuan Joule per sekon per meter persegi ( $J/s.m^2$ ) (Effendi et.al., 2007). *Vector poynting* dapat di rumuskan (Steck, 2008):

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

Keterangan: S = Vektor pointing ( $W/m^2$ )

E = Medan listrik (KV/m)

H = Hamilton yang bernilai  $\frac{B}{\mu_0}$

B = Medan magnet (Weber/m<sup>2</sup>)

Sehingga:

$$S = E \times \frac{B}{\mu_0} \quad (2.2)$$

Keterangan: S = Vektor pointing (W/m<sup>2</sup>)

E = Medan listrik (KV/m)

H = Hamilton yang bernilai  $\frac{B}{\mu_0}$

B = Medan magnet (Weber/m<sup>2</sup>)

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/m<sup>2</sup>)

k = Ketetapan gelombang (m<sup>-1</sup>)

r = Jarak titik sumber (m)

$\omega$  = Frekuensi sudut

Dengan substitusi persamaan 2.1, 2.2, 2.3, dan 2.4 diperoleh rata-rata *vector poynting* (Michael, 2008):

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

$\langle S \rangle_t$  disebut sebagai radiasi yang terpasang pada bidang tertentu, namun biasanya juga disebut intensitas yang bergerak pada arah  $\hat{u}$ . Pada gelombang elektromagnetik  $-2(k\omega/c) \hat{u} \cdot r \cong 0$  maka secara umum, intensitas dapat dituliskan (Michael, 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 ( $\text{W}/\text{cm}^2$ )

$n$  = Indeks bias

$\epsilon_0$  = Permeabilitas ( $\text{F}/\text{m}$ )

$c$  = Cepat rambat cahaya ( $3 \times 10^8 \text{m}/\text{s}$ )

Dimana Foton sendiri dipandang sebagai satuan unit terkecil dari energi radiasi. Energi foton yang dapat berperan disemua spektrum elektromagnetik di berbagai panjang gelombang. Penyerapan cahaya (absorpsi) yaitu transformasi energi foton cahaya menuju bentuk energi foton cahaya yang lain saat bergerak melewati suatu zat. Ketika sinar UV melewati zat, intensitasnya akan terpengaruh sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut (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  $I_0$  = Intensitas sinar UV ( $\text{W}/\text{cm}^2$ )

$d$  = Jarak yang ditempuh oleh cahaya

$\alpha_{10}$  = Koefisien absorpsi logaritmik medium ( $\text{cm}^{-1}$ )

$\alpha_e$  = Koefisien Napierian dari medium ( $\text{cm}^{-1}$ )

$A$  = Absorbansi logaritmik suatu zat pada panjang gelombang tertentu

## 2.2 Sinar Ultraviolet C (UV-C)

### 2.2.1 Pengertian Sinar Ultraviolet C

Pemaparan buah pada sinar ultraviolet tipe C (UV-C) merupakan penanganan yang mudah dan murah. UV-C dapat diartikan sebagai metode yang aman untuk menggantikan penggunaan pestisida dan fungisida yang dapat meninggalkan residu

berbahaya bagi kesehatan, berdampak negatif bagi lingkungan serta munculnya mikroorganisme yang resisten terhadap fungisida. Buah yang dipapari UV-C dengan dosis yang rendah dapat menyebabkan beberapa perubahan, seperti produksi komponen antifungi dan menunda kematangan (Zhou X. Z., 2012).

Dimana UV-C sendiri memiliki panjang gelombang yang paling pendek yaitu 280-100 nm, yang dapat membunuh bakteri, virus, lumut, dll. UV-C merupakan metode non kimia yang dapat menunda degradasi klorofil, menghambat kerusakan dan kehancuran jaringan sel serta mempertahankan kapasitas antioksidan (Costa, 2005).

Radiasi sinar UV-C (280 nm-100 nm) dapat digunakan dalam penanganan pascapanen produk hortikultura. Pada intensitas yang rendah, iradiasi UV-C dapat merangsang reaksi pada organ biologi (Shama, 2007 *cit.* Yahia, 2011). Sinar UV-C dapat memperpanjang umur simpan setelah panen serta dapat menjaga kualitas buah di daerah tropis. Sehingga dapat menunda proses deteriorasi (penuaan mutu), pembusukan, dan kematangan buah (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2001).

### **2.2.2 Pengaruh Waktu Paparan UV-C pada Materi**

Suatu materi yang dipapari UV-C secara terus menerus akan mengakibatkan perubahan struktur dan komposisi serta menyebabkan timbulnya stress oksidatif pada objek (Droge, 2002). Misalnya pada kulit buah, jika kulit buah yang terkena paparan sinar UV-C secara terus menerus maka akan mengakibatkan perubahan dalam jangka pendek yaitu bersifat akut seperti pigmentasi, eritema, fotosensitivitas, bahkan hingga efek panjang seperti pengerutan kulit (Tahir dkk., 2002).

Lama penyinaran UV-C dapat menghambat pembusukan pada buah. Hasil penelitian (Maharaj, 2010) diketahui bahwa penyinaran UV-C selama 20 menit dapat mempercepat penurunan nilai kualitas visual tomat. Hal ini dikarenakan pada penyinaran UV-C selama 20 menit, susut bobot buah relatif tinggi dan terdapat bercak coklat dipermukaan kulitnya sehingga buah lebih cepat mengalami penurunan kualitas dibanding objek kontrol (Maharaj, 2010). Pengaruh lama penyinaran berpengaruh terhadap suatu objek yang dipapari, semakin lama penyinaran UV-C maka semakin lama pula waktu terhidrolisis (AOAC, 2005).

## 2.3 Apel Manalagi (*Malus sylvestris*)

### 2.3.1 Klasifikasi

Apel Manalagi memiliki klasifikasi sebagai berikut (USDA, 2020):

Kingdom	: Plantae
Devisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub kelas	: Rosidae
Bangsa	: Rosales
Suku	: Rosaceae
Marga	: Malus
Jenis	: <i>Malus Sylvestris</i>



Gambar 2.1 Apel Manalagi (*Malus Sylvestris*) (USDA,2020)

### 2.3.2 Morfologi

Apel Manalagi (*Malus Sylvestris*) merupakan salah satu jenis apel malang yang telah banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia karena memiliki rasa yang manis, enak, mudah didapat dan harganya cukup terjangkau (Anggraini, 2017).

Apel varietas manalagi memiliki warna kulit hijau kekuningan dengan daging berwarna putih kekuningan. Apel manalagi memiliki rasa yang lebih manis dibanding dengan apel lainya meskipun apel ini belum matang (Sa'adah dan Estiasih, 2015).

Ciri utama dari buah apel manalagi yaitu memiliki bentuk yang bulat dengan warna kulit kuning kehijauan. Apel ini beraroma wangi dengan diameter buah sekitar 4-7 cm dengan berat 75-160 g per buah. Setiap panen hasilnya mencapai 7,5 kg per pohon (Nazarudin dan Muchlisah, 1994).

Kandungan apel manalagi ini yang diduga dapat mengurangi kadar kolestrol dalam darah ialah Pectin, Flavonoid, Niasin dan Vitamin C (Dalmartha dan Andrian, 2013). Kandungan gizi apel manalagi per 100 gram dapat dikategorikan pada tabel berikut (Sa'adah dan Estiasih, 2015):

Tabel 2.2 Kaandungan Gizi Apel Manalagi per 100 g

No.	Kandungan Gizi	Jumlah
1	Total Gula	8.29 g
2	Kadar asam	0.32 g
3	Glukosa	3.72 g
4	Fruktosa	4.5 g
5	Sukrosa	4.54 g
6	Gula/Asam	42.56 g
7	pH	4.62 g



8	Vitamin C	6.60 mg
9	Gula Pereduksi	6.96 g
10	Aktivitas Antioksidan	6.53 g

Kandungan Vitamin C pada apel ini yang merupakan antioksidan dan berfungsi meningkatkan kekebalan tubuh. Sari buah apel sangat baik untuk melawan berbagai virus (Depkes, 2000).

Buah apel manalagi mengandung beberapa zat, dimana yang mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri yaitu polifenol, flavonoid, saponin, pectin dan iodium. Pectin 1% dapat membunuh bakteri streptococcus mutan yaitu penyebab penyakit gigi dan mulut (Abiyadi, 2005).

## 2.4 Kelengkeng (*Dimocarpus Longan Lour.*)

### 2.4.1 Klasifikasi

Klasifikasi kelengkeng (*Dimocarpus longan Lour*) adalah sebagai berikut (Anonim, 2019):

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Magnoliopsida*

Bangsa : *Sapindales*

Suku : *Sapindaceae*

Marga : *Dimocarpus*

Jenis : *Dimocarpus longan Lour.*



Gambar 2.2 Buah Kelengkeng (*Dimocarpus longan Lour*) (Anonim, 2019)

#### 2.4.2 Morfologi

Buah kelengkeng secara komersial bernilai tinggi di pasar internasional (Feng et al., 2008). Di Indonesia, buah kelengkeng termasuk buah yang cukup digemari masyarakat. Permintaan buah ini cenderung meningkat dari tahun ke tahun seiring perkembangan trend buah di kalangan masyarakat. Impor buah lengkeng diperkirakan mencapai 200.000 ton per tahun yang berasal dari Thailand dan China (Anonim, 2009). Keraguan masyarakat tentang kualitas buah kelengkeng produksi lokal sebagai pengganti buah impor harus segera diatasi dengan cara menghadirkan buah kelengkeng diproduksi di dalam negeri yang memiliki karakter buah sesuai dengan selera konsumen dengan kualitas lebih baik.

Kelengkeng lokal pada umumnya berbuah hanya sekali dalam setahun, namun dengan adanya varietas introduksi yang mampu berbuah lebih dari tiga kali setahun terbuka peluang untuk memperoleh peningkatan produksi buah per tahunnya karena frekuensi berbuah yang lebih sering. Kriteria kandidat lengkeng varietas unggul selain sesuai dengan selera konsumen, adalah mampu berproduksi tinggi sehingga menarik untuk dikembangkan dalam skala komersial. Jika dibandingkan dengan varietas kelengkeng yang telah dilepas, kandidat varietas tersebut diharapkan dapat memiliki produksi buah yang lebih tinggi dan stabil. Sebagai perbandingan

kelengkeng varietas Selarong, produksi panen pertama berkisar antara 20-26 kg/pohon, kemudian pada umur lebih dari 30 tahun telah mencapai 250 kg/pohon (BPSB DIY, 1998)

Kerabat dekat buah kelengkeng cukup banyak, beberapa diantaranya yang telah di tanam secara komersial adalah rambutan (*Nephelium lappaceum L.*), kepulauan (*N. mutabile Bl.*), dan leci (*N. litchi Camb.*). Buah kelengkeng berbentuk bulat bundar sampai bulat pesek, terdiri atas kulit buah, daging buah, dan biji. Kulit buah tipis dan berwarna coklat. Daging buah tebal, berwarna putih bening, beraroma harum khas lengkung, dan berasa manis (Rukmana, 1999).

Jenis kelengkeng yang disukai konsumen adalah yang mempunyai ukuran besar (umumnya sebesar kelereng), bijinya kecil, dagingnya tebal dan mudah dikelupas dari bijinya, rasanya manis, aromanya khas kelengkeng, kulit licin halus, bagian sekitar tangkai buah agak berlekuk ke dalam, serta warna buah kuning kecokelatan (Saparinto, 2017).

Kelengkeng termasuk buah non-klimakterik, dimana setelah dipanen buah tetap mengalami respirasi dan produksi etilen. Respirasi adalah proses yang melibatkan terjadinya penyerapan oksigen dan pengeluaran karbondioksida serta energi yang digunakan untuk mempertahankan metabolise dan produksi etilen pada buah non-klimetrik tetap tidak mengalami perubahan yang nyata. Pada buah non-klimaterik, saat panen perlu diperhatikan agar kualitas buah yang diperoleh optimal. Kandungan total padatan terlarut, total gula dan vitamin C buah mengalami peningkatan selama proses pemasakan buah. Penentuan saat panen kelengkeng dapat diukur dari ukuran buah, warna kulit, kandungan TPT, total asam, rasa buah dan umur buah (Manzel, 2005).

Kelengkeng merupakan buah yang berbentuk bulat dan memiliki warna kekuningan dan disertai bintik-bintik hitam dikulitnya yang mengandung vitamin C sebesar 84 mg/100 g (Manurung, 2017). Buah kelengkeng merupakan buah yang cepat mengalami kerusakan pada suhu rendah (4-15°C) karena terjadi melformasi kulit buah, kulit yang semula kering menjadi menyerap air lalu mengalami pembengkakan dan akhirnya terdesintegrasi (Noichinda et.al., 2015).

## **2.5 Faktor yang Mempengaruhi Pembedakan pada Buah**

Buah setelah dipanen mengalami beberapa tahap pascapanen. Namun buah yang telah kehilangan tahap pascapanen akibat pembedakan masih cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya mikroorganisme, kelembapan udara, serta kandungan air didalamnya sehingga mudah membusuk. Faktor yang paling utama adalah mikroorganisme, mikroorganisme ini bisa berupa jamur atau bakteri. Setiap bakteri yang menyerang buah memiliki penyerangan beragam, yaitu melalui lubang alami dan yang lain melalui luka pada buah. Lubang alami pada buah yang sangat penting perannya adalah lentisel.

Bakteri yang mengenai buah mampu menghasilkan enzim pengurai dinding sel, yaitu enzim endo-poligalakturonase dan endo-polimetilgalakturonase, pengaruhnya ditentukan oleh kekuatan inangannya. Pada inang yang rentan, infeksi bakteri secara alami memungkinkan bakteri menyerang dengan menggunakan senjata enzim. Selain itu, tingkat keparahan pembedakan buah juga ditentukan oleh inoculum potensi awal serta kondisi lingkungan. Pembedakan buah dipengaruhi oleh beberapa penyebab, hal ini terdapat beberapa faktor yang berperan penting pada tingkat pembedakan buah antara lain (Susanto, 2006):

- a. Lentisel: merupakan pintu masuk alami bagi patogen dalam buah pascapanen. 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 untuk menentukan tingkat ketahanan struktur buah terhadap serangan bakteri, dan terdapat beberapa faktor penting lainnya.

Pembusukan buah dapat merugikan besar bagi pemanen. Untuk mengurangi kerugian tersebut dapat menggunakan dengan paparan sinar UV-C. Sinar UV-C yang dipancarkan akan mengalami penghamburan (difraksi) cahaya, transmisi, serta mengarsorpsi pada suatu materi. UV-C yang mengenai suatu materi dapat menghambat pertumbuhannya bakteri, UV-C yang dipancarkan mengenai permukaan buah tepatnya pada ribosom, sehingga akan menghambat pertumbuhan sel dan bakteri akan sukar tumbuh pada bagian buah tersebut. Sinar UV-C dapat membunuh mikroorganisme tanpa mengurangi kualitasnya tergantung pada buah yang terpapar tersebut.

## **2.6 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Lama Simpan Buah**

Buah kelengkeng dan apel termasuk buah subtropis dan buah yang rawan rusak serta mudah membusuk, sehingga pada saat panen atau pasca panen diperlukan adanya penanganan yang berhati-hati untuk mempertahankan kualitas,

daya simpan, dan daya gunanya. Oleh karena itu dengan alternative pengawetan pangan adalah teknik iradiasi. Teknik iradiasi yang umum digunakan adalah sinar ultraviolet C. Karena dengan radiasi ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri, khamir, salah satu cara untuk memperpanjang umur simpan buah (Hermana, 1991).

Suatu objek yang dipapari UV-C selama 3,5 menit dan 10 menit dapat menyebabkan kerusakan buah sehingga proses respirasi dan transpirasi pembusukan pada buah terhambat (Gonzales, 2001). Mekanisme efek waktu paparan UV-C terhadap penyimpanan yaitu sinar UV-C yang dipancarkan pada buah tersebut akan mengalami absorpsi dan terjadi ionisasi saat penyinaran, sehingga terjadi transisi elektron, dimana elektron dari sinar UV-C 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.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) No.53 Tahun 2018 tentang Keamanan dan Mutu Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT) BAB 2 Pasal 7 ayat 1 menyatakan bahwa pelaku usaha yang menyelenggarakan kegiatan atau proses produksi, penyimpanan, pengangkutan, dan peredaran PSAT harus memenuhi persyaratan mutu PSAT. Dan pada ayat 2 yang menyatakan Persyaratan Mutu sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan berdasarkan SNI.

1. Kelengkeng

Persyaratan umum tentang mutu kelengkeng berdasarkan SNI 8025\_2014 untuk semua kelas kelengkeng, persyaratan umum yang harus dipenuhi adalah (BSN, 2014):

- a. Utuh dan bertangkai

- b. Tampilan segar
- c. Layak konsumsi
- d. Bersih
- e. Bebas dari hama dan penyakit
- f. Bebas dari kerusakan akibat suhu rendah dan atau tinggi
- g. Bebas dari kelembapan eksternal yang abnormal, kecuali pengembangan sesaat setelah pemindahan dampak penyimpanan yang dingin
- h. Bebas dari aroma dan rasa asing
- i. Buah dipanen setelah mencapai umur panen sesuai karakteristik varieties/tipe komersial dan lokasi tumbuh.

Persyaratan khusus kelengkeng seperti pada tabel berikut (BSN, 2014):

Tabel 2.3 Syarat Mutu Kelengkeng

Kelas Mutu	Persyaratan
Kelas super	Bebas dari cacat atau kerusakan, kecuali cacat sangat kecil
Kelas 1	Cacat/kerusakan kecil yang tidak merusak kulit buah kecuali sedikit perubahan bentuk dan tekstur kulit maksimum 0,5 cm <sup>2</sup> .
Kelas 2	Cacat/kerusakan kecil berupa sedikit perubahan bentuk dan tekstur kulit serta sedikit kerusakan pada kulit akibat mekanis maksimum 0,5 cm <sup>2</sup> .

## 2. Apel

Persyaratan umum tentang mutu Apel berdasarkan SNI 8024\_2014 untuk semua kelas Apel, persyaratan umum yang harus dipenuhi adalah (BSN, 2014):

- a. Utuh
- b. Padat
- c. Tampilan segar
- d. Layak konsumsi

- e. Bersih
- f. Bebas dari hama dan penyakit
- g. Bebas dari kerusakan akibat suhu rendah atau tinggi
- h. Bebas dari kelembapan eksternal yang abnormal, kecuali pengembunan sesaat setelah pemindahan dari tempat penyimpanan dingin
- i. Bebas dari aroma dan rasa asing
- j. Buah dipanen setelah mencapai umur panen sesuai karakteristik varieties/tipe komersial dan lokasi tumbuh.

Persyaratan khusus kelengkeng seperti pada tabel berikut (BSN, 2014):

Tabel 2.4 Syarat Mutu Apel

Kelas Mutu	Persyaratan
Kelas super	Bebas dari cacat atau kerusakan, kecuali cacat sangat kecil
Kelas 1	Cacat/kerusakan kecil yang diperbolehkan sebagai berikut: -Sedikit penyimpangan pada bentuk buah -Sedikit penyimpangan pada warna kulit -Sedikit penyimpangan pada permukaan kulit yang tidak mempengaruhi mutu daging buah
Kelas 2	Cacat/kerusakan kecil yang diperbolehkan sebagai berikut: -Penyimpangan pada bentuk buah -Penyimpangan pada warna kulit Penyimpangan pada permukaan kulit yang tidak mempengaruhi mutu daging buah
CATATAN Ketentuan mengenai cacat/kerusakan sesuai Tabel 2.5	

Tabel 2.5 Batas Maksimum Tingkat Cacat/Penyimpanan

Jenis Kerusakan		Kelas Super	Kelas 1	Kelas 2
Rusetting di sekitar tangkai buah	Smooth net-like	3% dari permukaan	20% dari permukaan	50% dari permukaan
	Smooth solid	1% dari permukaan	5% dari permukaan	33% dari permukaan
Jumlah kerusakan kedua jenis rusetting		3% dari permukaan	20% dari permukaan	50% dari permukaan
Jumlah noda dan memar:				



- Memar dengan perubahan warna	0,50 cm <sup>2</sup>	1,0 cm <sup>2</sup>	1,5 cm <sup>2</sup>
- Bekas luka yang diakibatkan oleh Scabs3 (Venturia inaequalis)	-	0,25 cm <sup>2</sup>	1,0 cm <sup>2</sup>
- Kerusakan/memar lain termasuk bekas luka	-	1,0 cm <sup>2</sup>	2,5 cm <sup>2</sup>
Luas kerusakan bekas penempelan tangkai	-	0,5 cm	1 cm
Panjang maksimum cacat yang memanjang	-	2 cm	4 cm

### 2.6.1 Interaksi UV-C terhadap Buah

Sinar Ultraviolet jika mengenai objek maka akan mengalami penyerapan cahaya (absorpsi). 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, kehilangan elektron dan akhirnya berhenti, sehingga pancaran cahaya yang keluar dari material berkurang dibandingkan dengan cahaya yang masuk. Hal ini sesuai dengan persamaan (Setiawan, 2011):

$$\alpha = -\log(T) = -\log \frac{I_t}{I_0} \quad (2.8)$$

Keterangan:  $\alpha$  = Koefisien absorpsi suatu bahan

T = Transmisi

$I_t$  = Intensitas cahaya yang ditransmisikan (watt/m<sup>2</sup>)

$I_0$  = Intensitas cahaya datang (watt/m<sup>2</sup>)

Interaksi UV-C sendiri yang mengenai objek akan mengakibatkan absorpsi, dimana absorpsi sinar UV-C terjadi transisi elektron, yaitu perpindahan elektron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan

terekstasi berenergi lebih tinggi. Energi yang terserap kemudian terbuang sebagai cahaya atau tersalurkan dalam reaksi kimia. Absorpsi cahaya tampak dan radiasi ultraviolet meningkatkan energi elektron sebuah molekul, artinya energi yang disambungkan oleh foton-foton memungkinkan elektron-elektron itu mengatasi banyaknya inti dan keluar ke orbital baru yang lebih tinggi energinya. Semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV-C karena mereka mengandung elektron, yang dapat dieksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Absorpsi untuk transisi elektron seharusnya tampak pada panjang gelombang diskrit sebagai suatu spektrum garis atau puncak tajam. Spektrum UV terdiri dari pita absorpsi, lebar pada daerah panjang gelombang yang lebar. Hal ini disebabkan terbaginya keadaan dasar dan keadaan eksitasi sebuah molekul dalam subtingkat-subtingkat rotasi dan vibrasi. Transisi elektron dapat terjadi dari subtingkat keadaan dasar ke keadaan eksitasi (Benny, 2011). Perlakuan UV-C mengalami kebocoran ion dan proses eksitasi, mempengaruhi pertumbuhan bakteri serta kecepatan respirasi dan kandungan komponen fenol lebih rendah, sehingga kerusakannya lebih sedikit bila disimpan pada suhu rendah. Dimana suhu rendah dapat mempengaruhi penyimpanan pada buah karena dapat menghambat pertumbuhan patogen didalamnya.

Mekanisme iradiasi dasar UV-C 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 (terekstasi).
- b. Fotosensitizer; jenis yang paling umum dari reaksi *photosensitizing* adalah foto-oksidasi. Fotosensitizer biasanya terekstasi 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.

## **2.7 Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Kadar Vitamin C dan Antioksidan pada Buah**

### **2.7.1 Vitamin C**

Vitamin C adalah nutrisi penting bagi manusia, buah-buahan, dan hewan. Vitamin yang memiliki aktivitas vitamin C adalah asam askorbat dan garamnya, serta beberapa bentuk teroksidasi dari molekul seperti asam dehidroaskorbat. Askorbat keduanya secara alami terdapat dalam tubuh ketika salah satu dari asam ini bertemu dalam sel karena perubahan bentuk yang disebabkan oleh pH (Wadge, 2003).

Vitamin C adalah vitamin yang paling tidak stabil dari semua vitamin dan mudah rusak selama pemrosesan dan penyimpanan. Laju perusakan meningkat karena kerja logam, terutama tembaga, besi, dan juga oleh kerja enzim. Eksposur oksigen, pemanasan yang terlalu lama dengan adanya oksigen, dan eksposur terhadap cahaya semuanya merusak kandungan vitamin C makanan (Deman, 1997).

Vitamin C dari alam bisa ditemukan pada buah-buahan ataupun sayuran. Contoh buah-buahan lokal yang diketahui kaya akan vitamin C adalah buah Lemon lokal, Jeruk Nipis, Jambu Biji, Apel malang dan Nanas (Almatsier, 2001).

Terdapat beberapa metode untuk mengetahui kadar vitamin C pada suatu bahan pangan. Diantaranya adalah metode titrasi, metode spektrofotometri, metode titrasi iodium dan metode DPPH. (Techinamuti, 2000).

Lama penyinaran UV-C terhadap kandungan vitamin C berpengaruh tergantung pada objek yang dipapari. Hal ini diduga karena vitamin C mudah terdegradasi dan merupakan vitamin yang sangat sensitif terhadap oksidasi, proses oksidasi ini dapat dipercepat oleh adanya panas dan cahaya. Oksidasi akan terhambat bila vitamin C dibiarkan dalam keadaan asam atau pada suhu rendah sehingga apabila vitamin C pada sari buah jeruk nipis teroksidasi maka vitamin C akan menjadi rusak dan berdampak pada turunnya kandungan vitamin C pada sari buah jeruk nipis (Winarno, 1997).

### **2.7.2 Antioksidan**

Sinar UV- C dapat mendorong terjadinya oksidasi, sehingga proses oksidasi lebih efektif, oleh karena itu sinar UV-C dapat sebagai oksidator pada proses penyinaran pada buah (Bertolini et. al., 2000). Sinar UV-C dapat merangsang atau menghambat sintesis senyawa bioaktif tergantung pada perbedaan kapasitas antioksidan pada buah (Gonzalez-Aguilar *et al.*,2007).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iradiasi sinar UV C 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 C, secara signifikan dapat meningkatkan kandungan fenolik total, kandungan flavonoid total, proantosianidin, dan kapasitas antioksidan. Hal ini

menunjukkan bahwa perlakuan dengan UV-C berpotensi untuk meningkatkan kandungan senyawa bioaktif (Papoutsis et al., 2016).

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 (Oktariana, 2008). Salah satu penelitian mengetahui bahwa lama paparan sinar UV-C dapat mengakibatkan aktivitas sari buah murbei mengalami penurunan (Chen, 2006).

Untuk menentukan kadar aktivitas antioksidan pada buah dapat dengan menggunakan spektroskopi. Teknik spektroskopi sendiri adalah suatu teknik analisis fisika-kimia untuk mengamati tentang interaksi atom atau molekul dengan radiasi elektromagnetik. Interaksi ini mengakibatkan terjadinya; emisi, hamburan, dan absorpsi. Pada hal ini spektroskopi yang digunakan adalah spektroskopi UV-Vis untuk menentukan besarnya absorbansi pada kandungan aktivitas antioksidan (Rio, 2011). Selain itu lama penyimpanan dan suhu rendah dapat mempengaruhi kualitas antioksidan pada buah. Kondisi ini terjadi karena antioksidan merupakan senyawa yang rentan teroksidasi oleh beberapa faktor seperti cahaya dan oksigen sehingga nilai presentase aktivitas antioksidan mengalami penurunan selama penyimpanan (Winarsi, 2007).

## 2.8 Metode Penyimpanan Buah Kelengkeng dan Apel

Berdasarkan pada proses metabolisme yang tetap berlangsung pada buah selama penanganan pascapanen, maka selama penyimpanan dilakukan pemilihan teknik yang dapat menekan laju metabolisme tersebut. Pada proses penyimpanan petani memerlukan fasilitas pendingin. Karena fasilitas pendingin tersebut diperlukan untuk menjamin agar suhu dalam ruang simpan tetap stabil. Terdapat anggapan bahwa penyimpanan dingin akan mempercepat kerusakan setelah buah-buah dikeluarkan dari tempat penyimpanan bersangkutan. Hal ini tidak benar kecuali tempat atau ruang simpan dingin kondisinya lewat batas (terlalu rendah, kelembapan terlalu tinggi) terutama bagi komoditi yang sangat peka terhadap suhu dingin. Di udara terbuka proses pematangan dan sekaligus penuaan berjalan cepat dan kerusakan segera berlangsung. Pada suhu dingin proses tersebut dihambat sehingga umur buah lebih panjang. Terdapat beberapa teknik penyimpanan dingin untuk buah (Anonim, 2002):

1. Pendinginan ruang (cooling room)
2. Pendinginan tekanan udara (forced-air cooling)
3. Pendinginan menggunakan air (hydro cooling)
4. Pendinginan vacuum (vacuum cooling)
5. Pendinginan menggunakan es batu (package icing)

Memperpanjang umur simpan dan aman dari infeksi penyakit pada buah akan diperoleh bilamana penyimpanan dingin disertai dengan pengaturan komposisi udara simpan. Namun biasanya kondisi penyimpanan setiap buah

memiliki kondisi penyimpanan yang berbeda-beda. Pada penelitian ini akan menjelaskan mengenai kondisi penyimpanan pada buah kelengkeng dan apel (Anonim, 2002).

Suhu penyimpanan buah apel yang disarankan untuk tiap varietes adalah keadaan yang paling efektif untuk menghambat proses pemasakan dan mencegah pertumbuhan mikroba pembusuk serta menghindari penyimpangan penyimpanan dingin. Umumnya berbagai varietes apel mempunyai suhu optimum 30-32°F atau sekitar 0°C dengan kelembapan nisbi 90%. Bila penyimpanan menggunakan sistem atmosfer terkendali, disarankan ruang penyimpanan diatur sehingga suhunya berkisar 2,2-3,3°C (Anonim, 2002).

Permasalahan dalam pengembangan tanaman kelengkeng adalah saya simpan buah, karena kelengkeng tidak dapat tahan lama. Dalam suhu ruang buah kelengkeng hanya mampu 7-14 hari setelah dipanen. Kelengkeng dapat disimpan dalam suhu 5-7°C dengan kelembapan 90-95% lengkeng bias bertahan selama kurang lebih 2 minggu. Bila lengkeng disimpan dengan suhu yang lebih rendah dibanding suhu yang telah ditentukan maka kelengkeng akan mudah rusak (fanshuri, 2015).

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental, karena data yang diperlukan bersifat data yang akan diambil langsung dari objek penelitian untuk memperoleh data pengamatan tentang pengaruh lama paparan ultraviolet c (UV-C) terhadap lama penyimpanan serta kadar Buah Apel dan Kelengkeng yang disimpan pada suhu 17<sup>0</sup>C.

### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dimulai pada bulan Maret 2020 s/d Juli 2020 di Laboratorium Riset Biofisika Jurusan Fisika dan Laboratorium Instrumen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

### **3.3 Alat dan Bahan Penelitian**

#### **3.3.1 Alat-alat yang digunakan**

1. Lampu UV-C
2. LAF
3. Spektroskopi UV-vis
4. Spektroskopi Visible
5. Power Supply
6. Autoklaf
7. Timbangan Analitik
8. Beaker Glass
9. Mortal



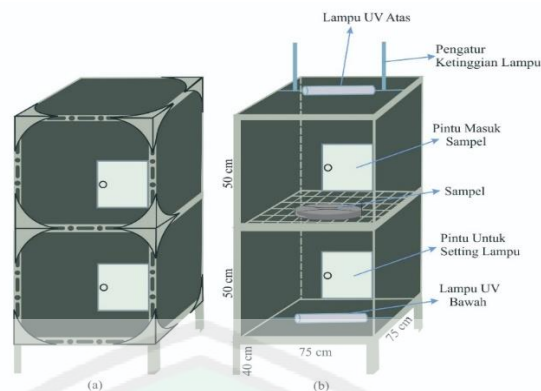
10. Pengaduk
11. Stopwatch
12. Erlenmeyer
13. Pipet ukur
14. Gelas ukur
15. Pipet Tetes
16. Labu Ukur
17. Termometer
18. Mesin pendingin (Kulkas)
19. Botol Semprot

### **3.3.2 Bahan yang digunakan**

1. Buah Kelengkeng
2. Buah Apel
3. Aquadest
4. Asam Askorbat
5. Metanol p.a
6. Larutan DPPH
7. Kertas Saring
8. Almunium foil

### **3.4 Desain Rangkaian Alat**

Desain Rangkaian Alat adalah rancangan yang dibuat sebagai kegiatan yang akan dilaksanakan. Adapun desain rangkaian alat adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Desain Rangkaian Alat (a.tampak luar, b.tampak dalam)

### 3.5 Rancangan Penelitian

#### 3.5.1 Proses Perawatan Objek dengan Paparan UV-C yang disimpan pada

##### Suhu Rendah

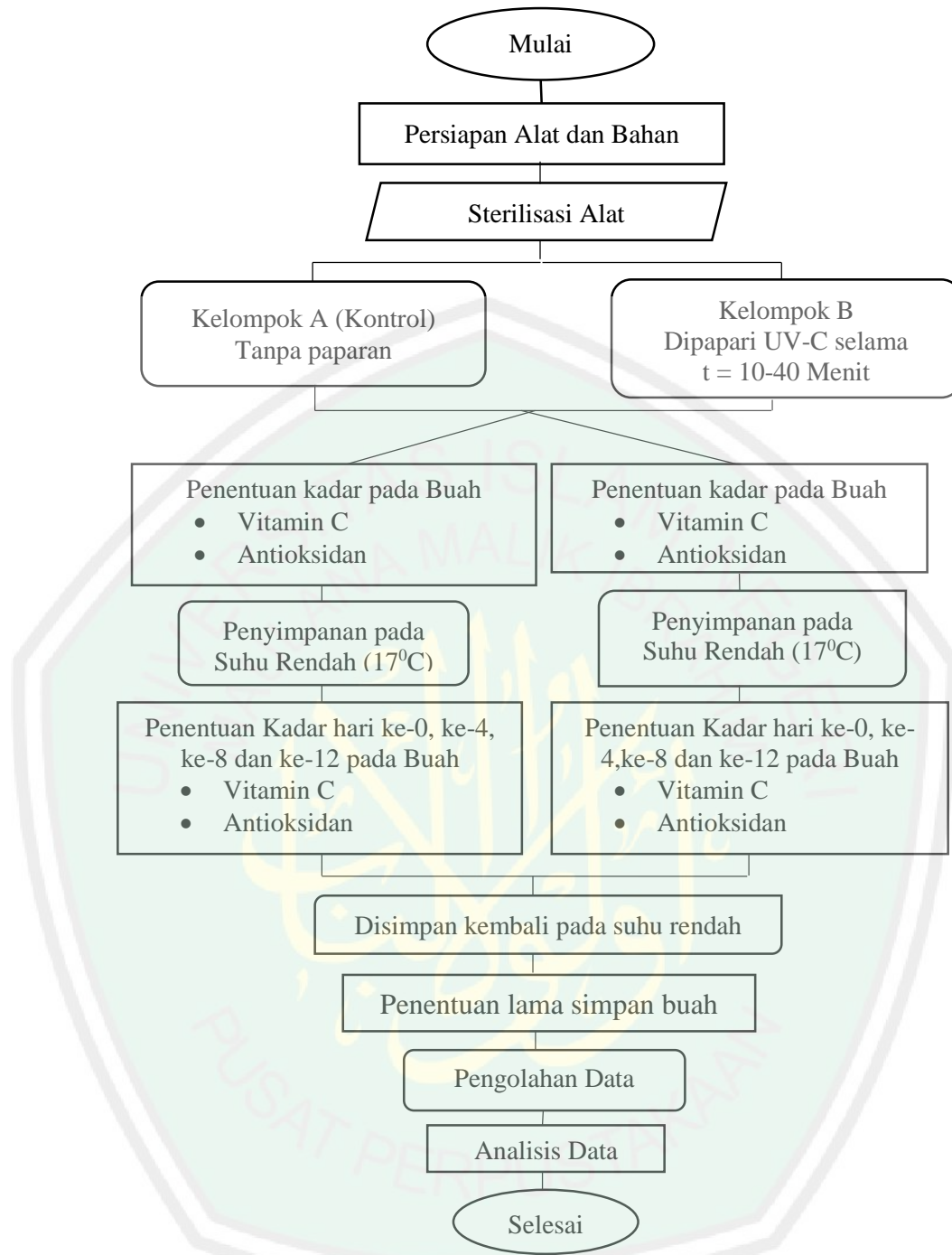
Alat dan bahan disiapkan terlebih dahulu sebelum melakukan penelitian. Setelah alat disiapkan kemudian semua alat di sterilisasi agar tidak terkontaminasi dengan bakteri. Sebelum alat dimasukkan autoklaf alat di bungkus kertas. Setelah itu, bahan yang telah disediakan di lakukan penelitian. Pada penelitian ini ada 2 kelompok perlakuan yaitu kelompok A sebagai kelompok kontrol dan kelompok B sebagai kelompok yang dipapari dengan Sinar UV-C selama 10, 20, 30, dan 40 menit dengan daya lampu 20 watt sebanyak 2 buah.

Pada kelompok A yaitu kelompok kontrol, sebelum Buah Kelengkeng dan Apel disimpan, di uji kadar vitamin C dan kadar antioksidanya terlebih dahulu, setelah itu disimpan pada suhu 17<sup>0</sup>C. Pada hari ke-4, ke-8, dan ke-12 di uji kadar antioksidan dan vitamin C kembali untuk mengetahui bagaimana perbedaan pengaruh buah sebelum disimpan dan setelah disimpan pada suhu tersebut. Selain

itu, sisa buah yang masih disimpan dibiarkan hingga buah membusuk atau rusak untuk menghitung umur simpan buah.

Pada kelompok B yaitu dengan paparan UV-C selama 10, 20, 30, dan 40 menit pada Buah Kelengkeng dan Apel. Pada penelitian ini buah setelah di papari sinar UV-C, langsung di uji kadar vitamin C dan kadar antioksidannya, setelah itu disimpan pada suhu 17<sup>0</sup>C, kemudian pada hari ke-4, ke-8, dan ke-12 diuji kadar vitamin C dan kadar antioksidanya kembali. Kemudian disimpan kembali untuk dihitung umur simpan buah setelah dipapari dan disimpan pada suhu 17<sup>0</sup>C. Kemudian pengolahan data, analisis data dan selesai.



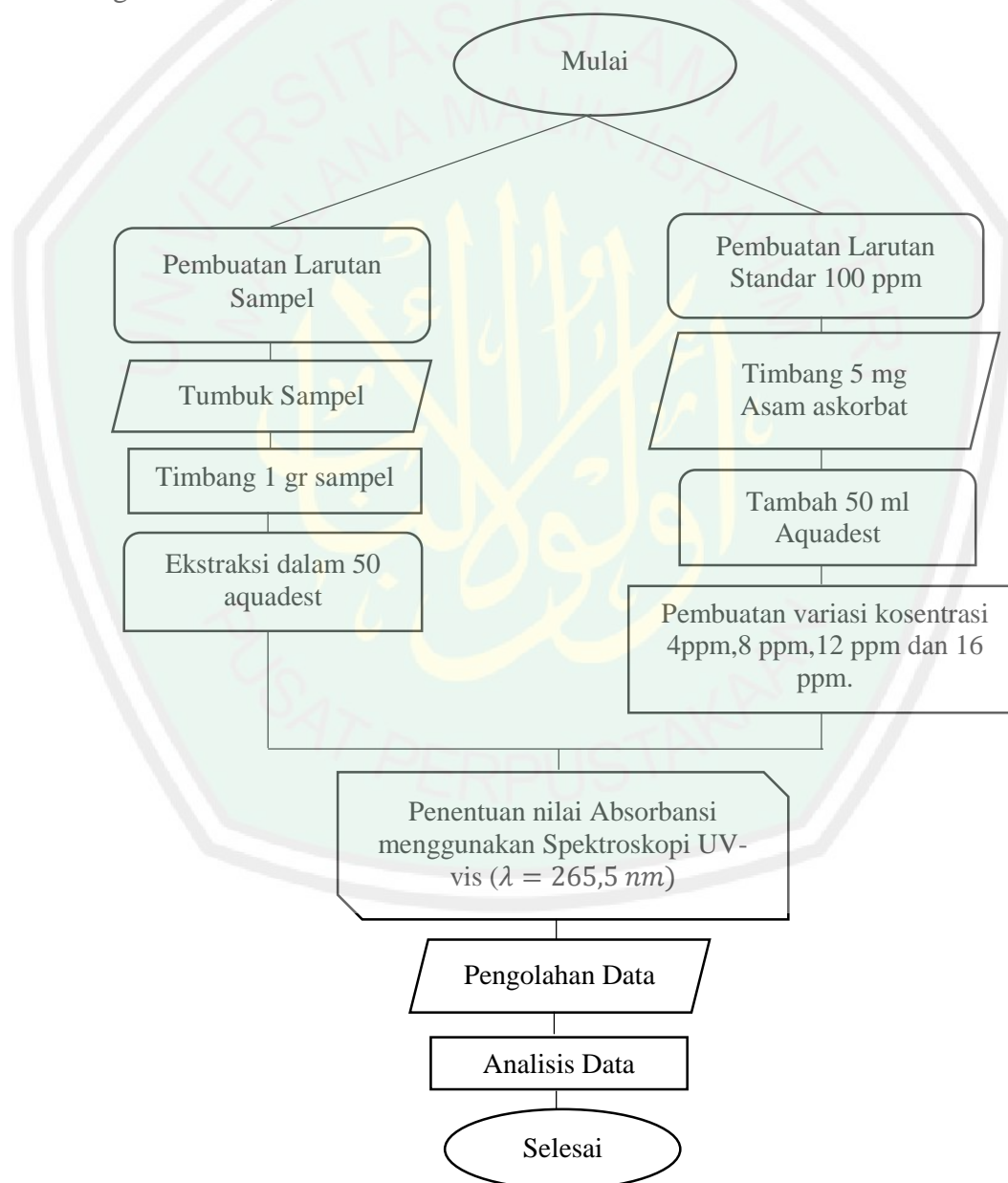


Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

### 3.5.2 Penentuan Kadar Vitamin C

Buah sebagai kelompok kontrol dan kelompok dipapari sinar UV-C diuji kadar vitamin C. Cara untuk menentukan kadar tersebut yaitu buah ditumbuk hingga halus. Kemudian ditimbang dengan berat 1 g, setelah itu dimasukkan kedalam

labu ukur dicampur dengan aquadest 50 ml. Kemudian larutan sampel tersebut disaring, dimasukan kedalam beaker glass 50 ml. Selanjutnya pembuatan larutan standar vitamin C yaitu asam askorbat dengan kosentrasi 100 ppm dalam 50 ml aquadest. Setelah itu buat pengenceran lagi dengan variasi kosentrasi 4 ppm, 8 ppm, 12 ppm, dan 16 ppm dalam 25 ml. Penentuan nilai serapan atau arsobansinya menggunakan Spektroskopi UV-Vis dengan panjang gelombang 265,5 nm. Pengolahan data, analisis data dan selesai.

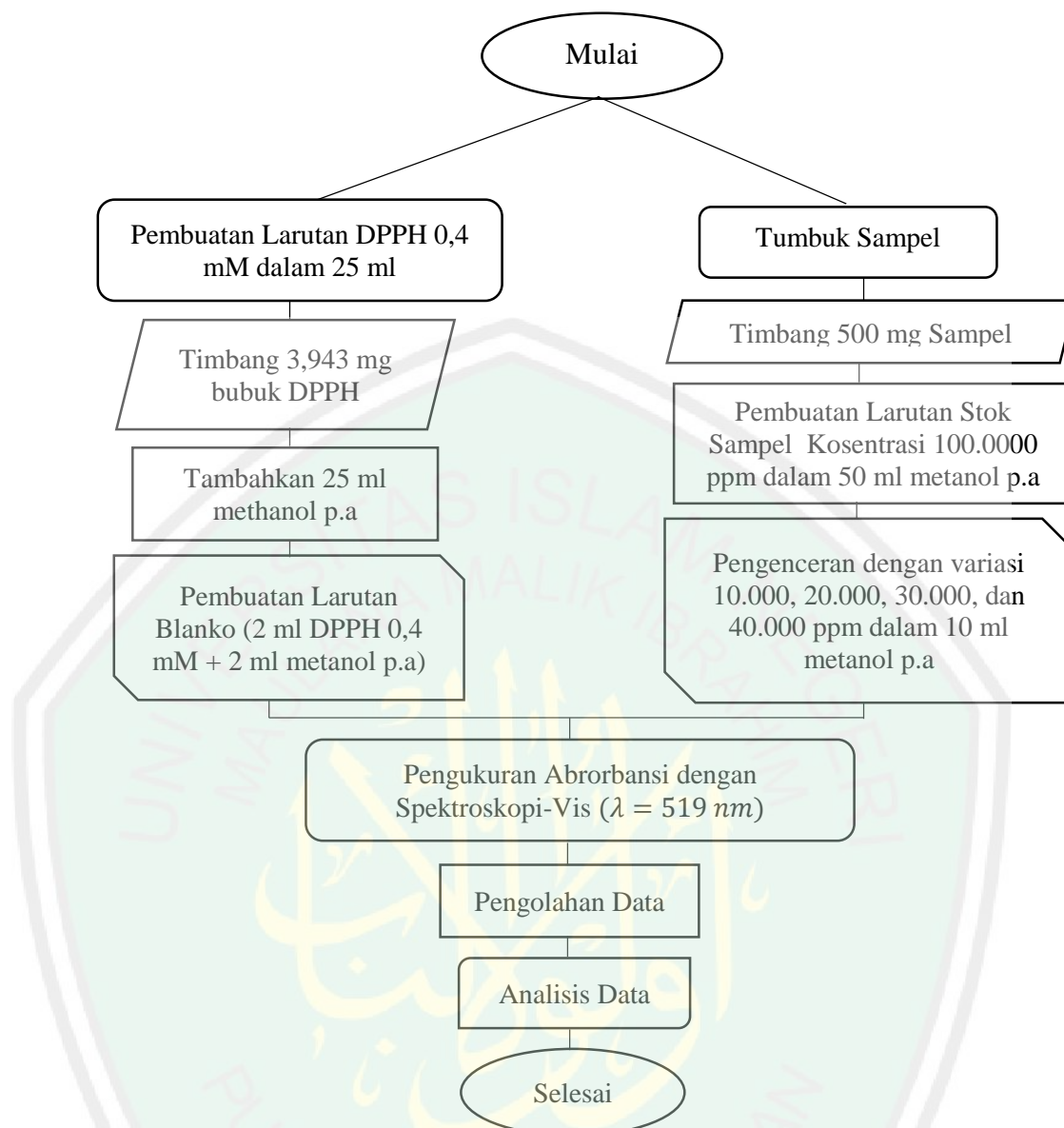


Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian Uji Kadar Vitamin C.

### 3.5.3 Penentuan Kadar Antioksidan

Buah sebagai kelompok kontrol dan kelompok yang dipapari sinar UV-C diuji kadar antioksidan. Cara untuk menentukan kadar tersebut yaitu buah ditumbuk atau diblender hingga halus. Kemudian ditimbang dengan berat 5 g, setelah itu dimasukan kedalam beaker glass dicampur dengan methanol p.a 50 ml, kemudian larutan sampel tersebut disaring diambil filtratnya, setelah diencerkan dengan larutan standarnya, dimasukan kedalam elemenyer. Pembuatan DPPH 0,4 mM dari 3,943 mg bahan DPPH ditambahkan larutan metanol p.a 25 ml. Pada hal ini saya menggunakan larutan DPPH karena metode yang saya gunakan untuk menentukan antioksidan yaitu metode DPPH. Setelah itu larutan standar dan larutan sampel yang dibuat dipipet 2 ml, setelah itu dibiarkan 30 menit pada suhu ruang (25°C). Kemudian di masukan ke dalam Spektroskopi-Vis untuk mengukur nilai arsobansinya dengan panjang gelombang 519. Dicatat nilai Arsobansinya dan dihitung kadar Antioksidanya dengan menggunakan rumus berikut:

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



Gambar 3.4 Diagram Alur Penelitian Uji Kadar Antioksidan

### 3.6 Prosedur Penelitian

#### 3.6.1 Sterilisasi

Sterilisasi alat dilakukan sebelum semua peralatan digunakan, yaitu dengan cara membungkus semua peralatan dengan menggunakan kertas aluminium foil atau kertas biasa, kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf pada suhu 121 °C dengan

tekanan 15 psi selama 15 menit. Untuk alat yang tidak tahan suhu tinggi disterilisasi dengan zat kimia berupa alkohol 70%.

### 3.6.2 Paparan UV-C

1. Kelompok Kontrol
  - a. Sampel tanpa dipapari UV-C dimasukkan dalam wadah dan diberi label kontrol.
  - b. Diuji kadar vitamin C dan Antioksidan sebelum disimpan.
  - c. Sampel tersebut disimpan dalam suhu 17<sup>0</sup>C.
  - d. Buah yang telah disimpan dengan suhu rendah pada hari ke-0, hari ke-4, ke-8 dan ke-12 diuji kadar vitamin C dan antioksidan.
  - e. Sisa buah tersebut disimpan kembali pada suhu 17<sup>0</sup>C.
  - f. Penentuan umur simpan buah yang tidak di papari UV-C.
2. Kelompok B (Sampel dipapari dengan sinar ultraviolet C (UV-C) ).
  - a. Disiapkan sampel untuk perlakuan paparan buah menggunakan sinar UV-C.
  - b. Sampel di papari dengan UV-C variasi waktu 10, 20, 30, 40 menit.
  - c. Beberapa sampel diuji kadar vitamin C dan antioksidanya.
  - d. Sisa sampel disimpan pada suhu 17<sup>0</sup>C .
  - e. Diuji kembali kadar vitamin C dan Antioksidanya pada hari ke-0, hari ke-4, ke-8, dan ke-12.
  - f. Sisa sampel yang belum diuji kadarnya tetap disimpan pada suhu rendah.
  - g. Ditentukan lama penyimpanan buah.



### 3.6.3 Uji kadar dalam buah

1. Perhitungan kadar vitamin C
  - a. Disiapkan bahan yang akan dihitung kadar.
  - b. Bahan ditumbuk atau diblender.
  - c. Bahan yang telah ditumbuk, ditimbang sebanyak 1 gram.
  - d. Bahan yang telah ditimbang dicampur dengan larutan aquadest 50 ml.
  - e. Dibuat larutan induk Askorbat dengan konsentrasi 100 ppm dalam 50 ml.
  - f. Timbang 5 mg asam askorbat.
  - g. Ditambahkan 50 ml aquadest.
  - h. Diencerkan dalam 25 ml aquadest untuk variasi konsentrasi 4,8,12 dan 16 ppm.
  - i. Pengukuran absorbansi dengan spektroskopi UV-Vis pada ( $\lambda = 265nm$ ).
  - j. Pengolahan data untuk menentukan kadar vitamin C.
2. Perhitungan Kadar Antioksidan
  - a. Disiapkan bahan yang akan dihitung kadar.
  - b. Dibuat larutan stok sampel 100.0000 ppm dalam 50 ml methanol p.a.
  - c. Bahan dihaluskan, setelah itu ditimbang dengan 500 mg bahan.
  - d. Ditambahkan methanol p.a 50 ml.
  - e. Diencerkan dengan 10 ml methanol p.a untuk variasi konsentrasi 10.000, 20.000, 30.000 dan 40.000 ppm.
  - f. Dibuat larutan DPPH 0,4 mM dalam 25 ml dengan ditimbang 3,9432 mg DPPH dan ditambah 25 ml metanol p.a.
  - g. Dipipet 2 ml larutan DPPH 0,4 mM dan ditambahkan 2ml metanol p.a untuk pengecekan absorbansi kontrol.

- h. Dipipet 2 ml larutan sampel (tiap konsentrasi) dan 2 ml larutan DPPH 0,4 mM untuk pengecekan absorbansi sampel.
- i. Dimasukan kedalam botol kaca dan ditutup aluminium foil.
- j. Diinkubasi selama 30 menit dalam suhu ruang.
- k. Pengukuran absorbansi dengan Spektroskopi-Vis.
- l. Dicatat nilai absorbansinya kemudian penentuan kadar antioksidan dengan mengolah data menggunakan rumus berikut:

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

### 3.7 Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperoleh, berupa waktu simpan buah dan kadar buah setelah dipapari dengan sinar ultraviolet C (UV-C) yang disimpan pada suhu rendah kemudian diolah dan dicatat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Penentuan Lama Penyimpanan Buah Kelengkeng dan Apel

Kelompok	Lama pemaparan (Menit)	Lama Penyimpanan (Hari)				
		U1	U2	U3	U4	U5
Kontrol	0					
Paparan UV-C	10					
	20					
	30					
	40					

Tabel 3.2 Penentuan Kadar Vitamin C pada Buah Kelengkeng dan Apel

Kelompok	Lama Paparan (menit)	Penyimpanan	Kadar Vitamin C Kelengkeng (ppm atau mg/ml)	Kadar Vitamin C Apel (ppm atau mg/ml)
Kontrol	0	Hari ke-0		
		Hari ke-4		
		Hari ke-8		
		Hari ke-12		
Paparan UV-C	10	Hari ke-0		
		Hari ke-4		
		Hari ke-8		
		Hari ke-12		
	20	Hari ke-0		
		Hari ke-4		
		Hari ke-8		
		Hari ke-12		
	30	Hari ke-0		
		Hari ke-4		
		Hari ke-8		
		Hari ke-12		
40	Hari ke-0			
	Hari ke-4			
	Hari ke-8			
	Hari ke-12			

Tabel 3.3 Penentuan Kadar Antioksidan pada Buah Kelengkeng dan Apel

Kelompok	Lama Paparan (menit)	Penyimpanan	Kadar Antioksidan Kelengkeng (%)	Kadar Antioksidan Apel (%)	IC50 (ppm)
Kontrol	0	Hari ke-0			
		Hari ke-4			
		Hari ke-8			
		Hari ke-12			

Paparan UV-C	10	Hari ke-0			
		Hari ke-4			
		Hari ke-8			
		Hari ke-12			
	20	Hari ke-0			
		Hari ke-4			
		Hari ke-8			
		Hari ke-12			
	30	Hari ke-0			
		Hari ke-4			
		Hari ke-8			
		Hari ke-12			
	40	Hari ke-0			
		Hari ke-4			
		Hari ke-8			
		Hari ke-12			

### 3.8 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu membuat grafik dengan menggunakan SPSS dan Microsoft Excel. Sehingga pada hasil akhir akan diketahui bahwa waktu paparan UV-C berpengaruh terhadap umur simpan, kadar vitamin C, dan kadar antioksidan buah kelengkeng dan apel.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Hasil Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang pengaruh lama paparan UV-C terhadap umur simpan, kadar vitamin C dan kadar antioksidan pada Buah Kelengkeng dan Apel.

Penelitian tentang pengaruh waktu paparan sinar ultraviolet C terhadap kadar vitamin C dan antioksidan pada Buah Kelengkeng dan Apel penyimpanan pada suhu rendah 17°C memiliki beberapa tahapan. Tahap pertama dalam penelitian ini adalah memilih sampel atau mempersiapkan sampel. Sampel yang digunakan adalah Buah Kelengkeng varietes Diamond River yang masih segar, dan Buah Apel varietes Manalagi yang baru metik dari pohonya. Sampel tersebut dimasukan kedalam wadah serta diseragamkan ukurannya, yang mana setiap wadah berisi 10 sampel kelengkeng atau 6 sampel apel. Sampel dibagi menjadi dua perlakuan yaitu sampel sebagai kontrol (tanpa paparan) dan sampel yang dipaparari sinar UV-C.

Tahap Kedua yaitu Paparan. Buah yang telah disiapkan dipapari Sinar UV-C dengan variasi waktu yaitu 10, 20, 30, dan 40 menit. Spesifikasi lampu UV-C yang digunakan pada penelitian yaitu merk evaco, daya sebesar 20 watt, panjang lampu 60,5 cm, intensitas ultraviolet sebesar 60 mW/cm<sup>2</sup>. Dimana Lampu UV-C yang digunakan sebanyak 2 buah sehingga dalam ruangan LAF lampu tersebut memiliki 40 watt. Panjang gelombang UV-C pada penelitian ini yaitu sebesar 265 nm. Intensitas saat paparan dari sumber ke sampel sebesar 130 mW/cm<sup>2</sup>. Sampel yang akan dipapari ditata pada rak besi pada ruangan LAF dan sampel yang akan dipapari berada di tengah, lampu UV-C berada diatas dan bawah. Serta diatur alarm selama pemaparan sesuai waktu yang ditentukan.

Tahap ketiga yaitu penentuan kadar vitamin C. Buah sebagai kontrol di uji lebih dulu kadarnya untuk mengetahui perbandingannya. Buah yang telah dipapari sinar UV-C di uji kadar vitamin C. Pada uji vitamin C, pertama pembuatan larutan stok vitamin C (Askorbat) 100 ppm, kedua yaitu pembuatan larutan sampel. Kemudian pengukuran absorbansi menggunakan alat Spektroskopi Uv-Vis pada panjang gelombang 265,5 nm (Wardani, 2012). Nilai absorbansi larutan stok vitamin C diregresi hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi vitamin C. Selanjutnya perhitungan kadar vitamin C menggunakan persamaan dari hasil regresi larutan standar yaitu nilai Y dimasukan absorbansi sampel.

Tahap Keempat yaitu penentuan kadar antioksidan. Pertama, pembuatan larutan blanko yaitu larutan DPPH 0,4 mM dalam 50 mL methanol p.a. Kedua pembuatan larutan stok sampel 100.000 ppm, kemudian uji absorbansi sampel dengan variasi 10.000, 20.000, 30.000 dan 40.000 ppm. Absorbansi diukur menggunakan alat Spektroskopi-Vis dengan panjang gelombang 519 nm.

Selanjutnya perhitungan Kadar Antioksidan menggunakan persamaan berikut:

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

Tahap kelima yaitu penyimpanan buah. Buah yang telah dipapari disimpan di lemari es (Kulkas) dalam suhu 17°C. Setiap hari ke-4, hari ke-8, dan hari ke-12 pengujian kadar buah kembali. Selain itu, dalam proses penyimpanan dianalisis masa buah akan rusak (busuk).

#### 4.1.1 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Lama Simpan Buah

##### Kelengkeng dan Apel.

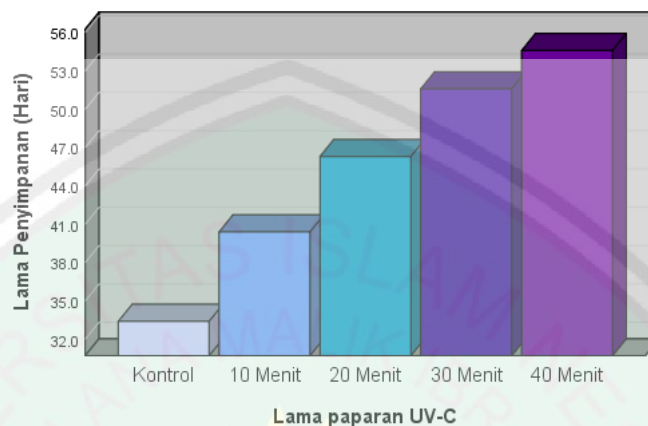
Data hasil penelitian pengaruh waktu paparan sinar UV-C terhadap lama simpan buah apel dan kelengkeng disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Lama Simpan Buah Kelengkeng pada Suhu Rendah (17°C)

Kelompok	Lama pemaparan (Menit)	Lama Penyimpanan (Hari)					Rata-rata
		U1	U2	U3	U4	U5	
Kontrol	0	34	34	33	32	34	33,4
Paparan UV-C	10	41	41	41	40	39	40,4
	20	47	46	47	45	46	46,3
	30	52	51	53	52	50	51,6
	40	54	54	55	56	54	54,6

Berdasarkan pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa waktu paparan UV-C dapat memperpanjang umur simpan buah kelengkeng. Pada tabel tersebut terdiri dari 5 pengulangan yaitu U1, U2, U3, U4 dan U5. Pada sampel kontrol (tanpa paparan UV-C) disimpan pada suhu 17°C rata-rata mampu bertahan selama 33,4 hari. Namun jika buah kelengkeng disimpan pada suhu ruang, buah kelengkeng hanya bertahan selama 14 hari. Ketika sampel diberi paparan UV-C selama 10 menit kelengkeng rata-rata mampu bertahan selama 40,4 hari. Semakin dinaikan waktu paparan UV-C hingga 20 menit umur simpan sampel mencapai 46,3 hari. Ketika paparan UV-C ditingkatkan hingga 30 dan 40 menit juga berpengaruh pada umur simpan buah, yaitu mampu bertahan 51,6 dan 54,6 hari. Hal ini, menjelaskan bahwa lama paparan UV-C serta penyimpanan pada suhu 17°C berpengaruh pada umur simpan buah kelengkeng. Penyinaran UV-C dapat menghambat kerusakan dan menunda pembusukan buah. Lama penyinaran berperan penting dalam menjaga mutu komoditas. Penyinaran yang terlalu lama dapat menyebabkan kerusakan

jaringan. Hasil penelitian dari (Setyaning, 2012) menunjukkan bahwa pada buah tomat penyinaran UV-C selama 10 menit dapat menunda pembusukan. Hal ini dapat diringkas pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Lama Penyimpanan Buah Kelengkeng

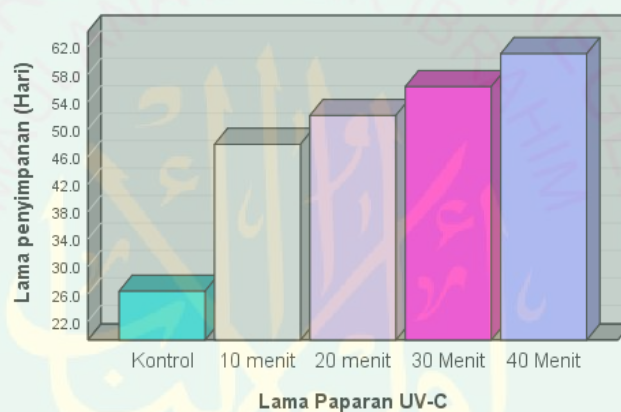
Gambar 4.1 menunjukkan bahwa waktu paparan UV-C berpengaruh pada umur simpan buah kelengkeng. Hal ini ditunjukkan pada tingkat lama penyimpanan pada waktu paparan UV-C. Dilihat dari grafik diatas, menunjukkan bahwa mulai dari sampel kontrol hingga sampel diberi paparan UV-C sebesar 10-40 menit umur simpan buah kelengkeng mengalami peningkatan. Waktu paparan UV-C juga berpengaruh terhadap umur simpan buah apel, hal ini dapat disajikan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Lama Penyimpanan Buah Apel pada Suhu Rendah (17°C)

Kelompok	Lama pemaparan (Menit)	Lama Penyimpanan (Hari)					Rata-rata
		U1	U2	U3	U4	U5	
Kontrol	0	30	25	28	30	29	26,4
Paparan UV-C	10	48	48	49	47	47	47,8
	20	53	52	52	52	51	52
	30	55	55	57	58	56	56,2
	40	61	60	61	61	62	61



Berdasarkan tabel 4.2 diatas menunjukkan bahwa waktu paparan UV-C juga berpengaruh terhadap umur simpan Buah Apel. Semakin tinggi waktu paparan UV-C maka semakin lama pula umur simpan buah Apel. Pada sampel kontrol rata-rata umur simpan buah apel bertahan selama 26,4 hari. Ketika sampel diberi paparan UV-C selama 10 menit umur simpan mengalami kenaikan yaitu 47,8 hari. Ketika waktu paparan UV-C dinaikan hingga pada paparan 20 menit umur simpan buah apel meningkat sebesar 52 hari. Sehingga waktu paparan dinaikan kembali hingga 30 dan 40 menit, maka umur simpan buah meningkat sebesar 56,2 dan 61 hari.



Gambar 4.2 Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Lama Penyimpanan Buah Apel

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa waktu paparan UV-C juga dapat berpengaruh pada umur simpan buah Apel. Hal ini ditunjukkan pada tingkat lama penyimpanan pada paparan UV-C 40 menit. Dilihat dari grafik diatas, menunjukkan bahwa mulai dari sampel kontrol hingga sampel diberi paparan UV-C sebesar 10, 20, 30, dan 40 menit umur simpan buah apel semakin meningkat. Dapat di simpulkan bahwa semakin besar waktu paparan UV-C yang di berikan maka semakin besar umur simpan buah apel. Menurut (Gonzales, 2001) menyatakan bahwa sinar UV-C dapat

memperpanjang umur simpan buah setelah dipanen, menunda proses deteriorasi serta penuaan pada buah.

#### 4.1.2 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Vitamin C Buah

##### Kelengkeng dan Apel

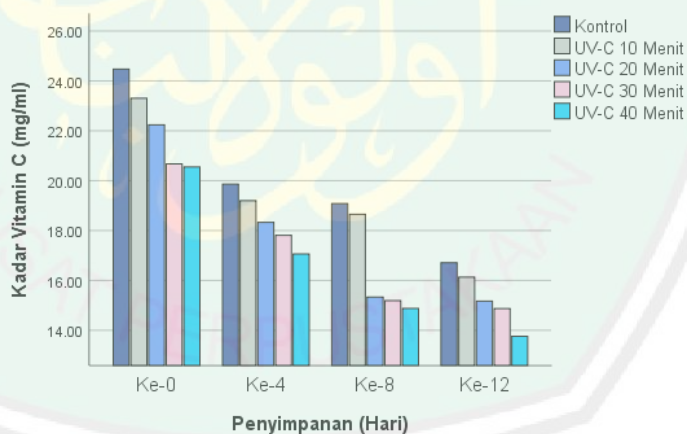
Data hasil penelitian pengaruh paparan sinar UV-C terhadap kadar vitamin-C buah apel dan kelengkeng disajikan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Data Hasil Penelitian Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Vitamin C Buah Kelengkeng dan Apel

Kelompok	Lama Paparan (menit)	Penyimpanan (Hari)	Kadar Vitamin C Kelengkeng (mg/ml)	Kadar Vitamin C Apel (mg/ml)
Kontrol	0	Ke-0	24,47	8,73
		Ke-4	19,86	8,07
		Ke-8	19,08	7,26
		Ke-12	16,71	6,50
Paparan UV-C	10	Ke-0	23,30	8,32
		Ke-4	19,20	7,95
		Ke-8	18,65	6,91
		Ke-12	16,13	6,33
	20	Ke-0	22,24	8,17
		Ke-4	18,33	7,62
		Ke-8	15,33	6,88
		Ke-12	15,17	6,32
	30	Ke-0	20,67	8,02
		Ke-4	17,81	7,51
		Ke-8	15,19	6,69
		Ke-12	14,87	6,24
	40	Ke-0	20,55	7,92
		Ke-4	17,06	7,31
		Ke-8	16,37	6,58
		Ke-12	13,76	6,18

Tabel 4.3 menunjukkan pengaruh waktu paparan UV-C terhadap vitamin C buah kelengkeng. Waktu paparan UV-C berpengaruh terhadap kadar vitamin C buah kelengkeng. Sampel kontrol dari jumlah rata-rata 5 kali pengulangan memiliki

kadar vitamin C sebanyak 24,47 mg/ml di hari ke-0, 19,86 mg/ml di hari ke-4, 19,08 mg/ml di hari ke-8 dan 16,71 mg/ml di hari ke-12. Ketika sampel diberi paparan UV-C selama 10 menit kadar vitamin C mengalami penurunan yaitu sebanyak 23,30 mg/ml di hari ke-0, 19,20 mg/ml di hari ke-4, 18,65 mg/ml di hari ke-8 dan 16,13 di hari ke-12. Penurunan kadar vitamin C ini juga berpengaruh pada sampel yang diberi paparan UV-C selama 20, 30, dan 40 menit. Hal ini sesuai pada pernyataan (Barka et. al., 2000) yang menyatakan bahwa penyinaran UV-C dapat menurunkan aktivitas enzim askorbat oksidase (vitamin C). Penyimpanan pada suhu 17°C juga berpengaruh pada kadar vitamin C buah kelengkeng. Hal ini sesuai dengan penelitian (Safaryani, dkk., 2007) yang menunjukkan lama penyimpanan pada suhu rendah dapat menurunkan kadar vitamin C brokoli. Dapat diperjelas dalam bentuk grafik pada gambar 4.3.

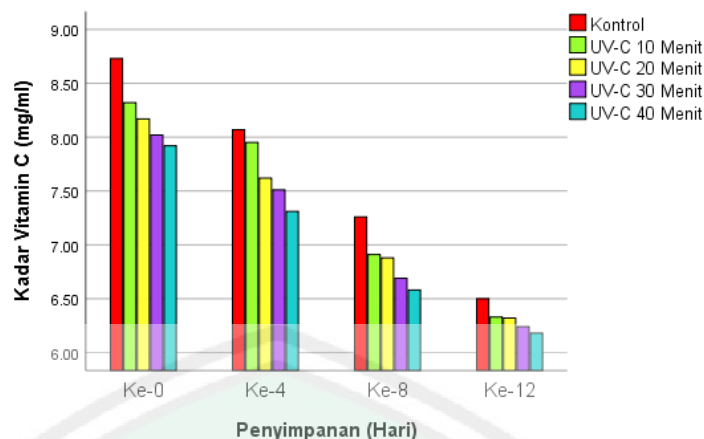


Gambar 4.3 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Vitamin C Buah Kelengkeng

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa waktu paparan UV-C berpengaruh terhadap kadar vitamin C buah kelengkeng. Kadar vitamin C buah kelengkeng lebih besar dibanding kadar vitamin C buah apel, hal ini dapat dibandingkan dari data hasil

penelitian pada tabel 4.3. Berdasarkan grafik tersebut waktu paparan UV-C berbanding lurus terhadap kadar vitamin C, dimana semakin besar waktu paparan UV-C terhadap sampel maka kadar vitamin C rendah. Penurunan kadar vitamin C dipengaruhi oleh paparan UV-C, dimana larutan vitamin C merupakan vitamin yang sangat sensitif terhadap oksidasi, proses oksidasi ini dapat dipercepat oleh adanya panas dan cahaya.

Hasil perhitungan kadar vitamin C pada tabel 4.3 juga menunjukkan pengaruh waktu paparan UV-C terhadap kadar vitamin C buah apel. Sampel sebagai kontrol rata-rata memiliki kadar vitamin C sebanyak 8,73 mg/ml di hari ke-0, dan di hari ke-4, ke-8 dan ke-12 kadar vitamin C sampel mengalami penurunan sebanyak 8,07 mg/ml, 7,26 mg/ml, dan 6,50 mg/ml. Setelah sampel diberi paparan UV-C selama 10 menit kadar vitamin C mengalami penurunan yaitu sebanyak 8,32 mg/ml dihari ke-0, 7,95 mg/ml dihari ke-4, 6,91 mg/ml di hari ke-8, 6,33 mg/ml dihari ke-12. Ketika waktu paparan UV-C dinaikan hingga pada 20, 30, dan 40 menit kadar vitamin C juga mengalami penurunan secara signifikan. Penurunan kadar vitamin C paling besar pada waktu paparan UV-C sebesar 40 menit yaitu 7,92 mg/ml di hari ke-0. Hal ini menunjukkan bahwa waktu paparan sinar UV-C dan penyimpanan suhu rendah dapat menurunkan kadar vitamin C Buah Apel. Hal ini seperti pada penelitian (Safaryani, dkk., 2007) menunjukkan bahwa suhu dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap penurunan kadar vitamin C brokoli.



Gambar 4.4 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Vitamin C Buah Apel

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa waktu paparan UV-C berpengaruh pada kadar vitamin C buah apel. Lama paparan UV-C dan penyimpanan terhadap kadar vitamin C berbanding lurus yaitu semakin lama paparan UV-C maka kadar vitamin C semakin menurun. Jika kandungan vitamin C dalam sampel hendak dipertahankan maka paparan UV-C dilakukan dalam waktu yang singkat, serta perlu diperhatikan dengan intensitas yang rendah, daya lampu, dan jarak antara lampu ke objek (Anonim, 2007).

#### 4.1.3 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan Buah

##### Kelengkeng dan Apel

Data hasil penelitian pengaruh waktu paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan Buah Kelengkeng disajikan pada tabel 4.4.

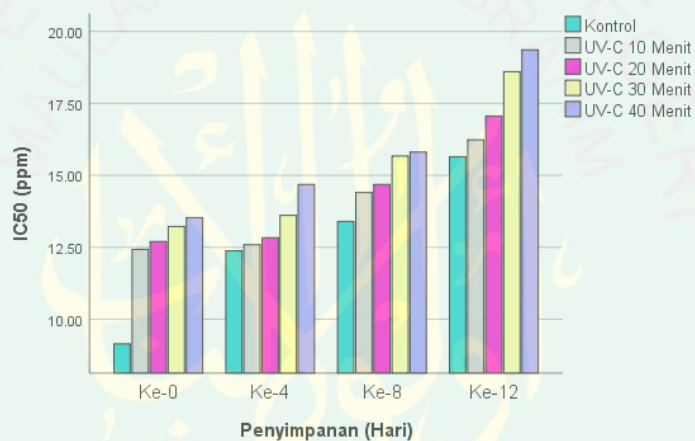
Tabel 4.4 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan Buah Kelengkeng

Paparan (Menit)	Kosentrasi Sampel (ppm)	Antioksidan(%)				IC50 (ppm)
		Hari Ke-0	Hari Ke-4	Hari Ke-8	Hari Ke-12	
Kontrol	10.000	47,94	44,16	42,79	38,36	Hari Ke-0 9,14

	20.000	66,97	61,63	60,26	59,86	Hari Ke-4 12,38
	30.000	74,96	75,77	74,49	71,96	Hari Ke-8 13,40
	40.000	84,78	82,15	82,68	92,94	Hari Ke-12 15,65
10	10.000	40,21	45,47	44,16	34,76	Hari Ke-0 12,43
	20.000	61,71	57,94	54,07	61,05	Hari Ke-4 12,59
	30.000	74,65	77,37	73,65	75,20	Hari Ke-8 14,40
	40.000	82,46	84,13	82,72	82,52	Hari Ke-12 16,23
20	10.000	44,49	44,34	41,06	37,30	Hari Ke-0 12,70
	20.000	62,83	60,49	61,36	55,13	Hari Ke-4 12,83
	30.000	70,06	72,25	71,52	75,19	Hari Ke-8 14,68
	40.000	84,83	82,52	82,12	84,32	Hari Ke-12 17,06
30	10.000	44,61	43,04	36,47	36,53	Hari Ke-0 13,22
	20.000	58,99	63,04	63,28	52,61	Hari Ke-4 13,61
	30.000	71,01	70,87	77,11	68,22	Hari Ke-8 15,67
	40.000	82,59	81,79	86,38	81,47	Hari Ke-12 18,60
40	10.000	41,52	40,73	41,92	35,41	Hari Ke-0 13,53
	20.000	62,21	60,91	58,53	51,16	Hari Ke-4 14,68
	30.000	73,39	70,38	68,73	67,65	Hari Ke-8 15,81
	40.000	81,47	83,48	83,49	83,93	Hari Ke-12 19,36

Uji kadar antioksidan pada penelitian ini menggunakan metode DPPH 0,4 mM. 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 jika nilai IC50 kurang dari 50 maka kadar antioksidan tersebut kuat.

Berdasarkan tabel 4.4 menunjukkan bahwa waktu paparan UV-C berpengaruh terhadap kadar antioksidan buah kelengkeng. Penurunan kadar antioksidan pada buah kelengkeng dibuktikan pada sampel kontrol yang memiliki nilai IC50 sebanyak 9,41 ppm di hari ke-0. Ketika sampel diberi paparan UV-C selama 10, 20, 30, dan 40 menit nilai IC50 meningkat yaitu secara berturut-turut 12,59 ppm di hari ke-0, 12,70 ppm di hari ke-0, 13,22 ppm di hari ke-0, dan 13,53 ppm di hari ke-0. Dari data tersebut, nilai IC50 paling rendah pada sampel kontrol di hari ke-0, artinya kadar antioksidan sangat kuat pada sampel kontrol. Data tabel 4.4 dapat dibuat grafik seperti gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pengaruh Waktu Paparam UV-C terhadap IC50 Buah Kelengkeng

Grafik pada gambar 4.5 menunjukkan waktu paparan UV-C berpengaruh pada buah kelengkeng. Hal ini ditunjukkan pada hubungan antara variasi waktu paparan, penyimpanan dan nilai IC50. Pada grafik tersebut semakin lama waktu paparan UV-C maka semakin tinggi nilai IC50, maka kadar antioksidan semakin rendah. Hal demikian, seperti dikatakan (Gonzales, 2007) bahwa sinar UV-C dapat merangsang atau menghambat sintesis senyawa bioktif tergantung pada perbedaan kapasitas antioksidan pada buah. Waktu paparan UV-C juga berpengaruh signifikan terhadap kadar antioksidan buah apel, hal ini disajikan pada tabel 4.5

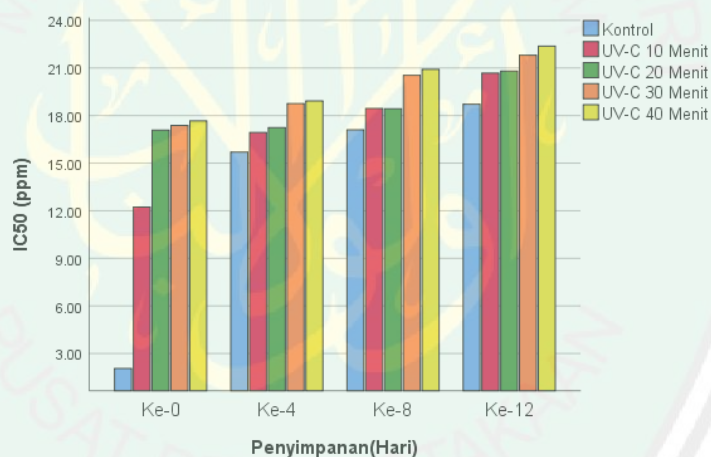
Tabel 4.5 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan Buah Apel

Paparan (Menit)	Kosentrasi Sampel (ppm)	Antioksidan(%)				IC50 (ppm)
		Hari Ke-0	Hari Ke-4	Hari Ke-8	Hari Ke-12	
Kontrol	10.000	55,53	39,33	31,60	35,04	Hari Ke-0 2,06
	20.000	68,23	61,39	46,36	52,81	Hari Ke-4 15,70
	30.000	74,80	71,86	59,94	72,12	Hari Ke-8 17,10
	40.000	83,01	84,03	81,18	79,40	Hari Ke-12 18,72
10	10.000	49,82	34,58	31,03	31,60	Hari Ke-0 12,23
	20.000	56,68	61,14	55,82	46,36	Hari Ke-4 16,93
	30.000	65,54	69,26	71,69	59,94	Hari Ke-8 18,45
	40.000	83,24	84,48	84,29	81,18	Hari Ke-12 20,68
20	10.000	40,16	39,62	34,87	35,04	Hari Ke-0 17,08
	20.000	56,96	53,47	52,76	51,69	Hari Ke-4 17,24
	30.000	66,45	71,48	67,40	61,96	Hari Ke-8 18,43
	40.000	81,70	80,99	85,17	80,18	Hari Ke-12 20,80
30	10.000	38,12	31,29	30,24	28,74	Hari Ke-0 17,38
	20.000	53,57	55,04	50,72	48,86	Hari Ke-4 18,75
	30.000	67,94	70,81	70,65	66,20	Hari Ke-8 20,54
	40.000	81,04	85,12	81,04	80,48	Hari Ke-12 21,80
40	10.000	28,80	32,33	29,18	31,60	Hari Ke-0 17,67
	20.000	58,50	55,58	60,65	46,36	Hari Ke-4 18,92
	30.000	69,39	69,32	69,15	59,94	Hari Ke-8 20,91
	40.000	82,18	84,57	80,11	81,18	Hari Ke-12 22,38

Berdasar tabel 4.5 menunjukkan bahwa waktu paparan UV-C berpengaruh menurun terhadap kadar antioksidan buah apel. Penurunan kadar antioksidan pada



Buah Apel ini dibuktikan pada sampel kontrol nilai IC50 sebanyak 2,06 ppm di hari ke-0, 15,70 ppm di hari ke-4, 17,10 ppm dihari ke-8 dan 18,72 di hari ke-12. Ketika sampel diberi paparan 10 menit dengan nilai IC50 sebanyak 12,23 ppm di hari ke-0. Jika waktu paparan UV-C dinaikan hingga pada 20, 30, dan 40 menit nilai IC50 semakin tinggi namun kadar antioksidan semakin rendah. Hal ini dapat dijelaskan bahwa suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai IC50 kurang dari 50 atau nilai IC50 yang menunjukkan paling rendah (Badarinath, 2010). Penurunan kadar antioksidan juga dinyatakan pada penelitian (Chen, 2006) menyatakan bahwa waktu paparan UV-C dapat mengakibatkan aktivitas antioksidan pada sari buah murbei mengalami penurunan. Nilai IC50 buah apel dapat dideskripsikan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pengaruh Waktu Paparan UV-C terhadap IC50 Buah Apel

Gambar 4.6 menunjukkan pengaruh lama paparan UV-C terhadap IC50 buah apel. Pada grafik tersebut hubungan antara nilai IC50 dan lama penyimpanan, IC50 merupakan ukuran potensi suatu kadar antioksidan dari persamaan regresi hubungan antara konsentrasi dan %antioksidan. Lama paparan UV-C berpengaruh

pada kadar antioksidan buah apel. Semakin tinggi waktu paparan UV-C maka nilai IC50 semakin tinggi pula, artinya semakin rendah kadar antioksidan dalam sampel.

## **4.2 Pembahasan**

### **4.2.1 Pengaruh Paparan UV-C terhadap Lama Simpan Buah Kelengkeng dan Apel pada Suhu 17°C**

Buah Apel dan Kelengkeng merupakan salah satu kebutuhan masyarakat untuk menjaga kesehatan tubuh, karena mengandung vitamin, polifenol, kaya antioksidan serta kandungan lainnya. Akan tetapi Kelengkeng dan Apel merupakan buah hortikultural yang mudah rusak setelah dipanen, sehingga merugikan pertanian di Indonesia. Untuk menangani masalah tersebut yaitu dengan teknik iradiasi sinar UV-C. Teknik iradiasi sinar UV-C diharapkan dapat mempertahankan kualitas serta memperpanjang umur simpan Buah Apel dan kelengkeng.

UV-C dapat menyebabkan kerusakan sel. Dimana sinar UV-C akan mengganggu struktur DNA yang mendorong terjadinya kerusakan sel, diawali dengan pembentukan dimmer pirimidin. Pembentukan dimmer pirimidin yaitu dengan membentuk ikatan antaran pasangan timin atau sitosis pirimidin yang berdekatan pada untai DNA yang sama. Dimmer tersebut mencegah mikroorganisme yang bereplikasi sehingga tidak aktif. Selama proses pemaparan cahaya terhadap mikroorganisme yang menyebabkan mutasi sel yaitu jika proses pemaparan berlangsung dalam jangka panjang. Sehingga akan mengakibatkan perubahan gen pengatur regulasi apoptosis, diferensiasi, maturasi, serta kerusakan sel (Trevisan dan Andrea, 2006).

Selain itu, menurut (Stevens et. al., 2006) UV-C dapat mengurangi produksi etilen yang dapat menghambat laju respirasi dan transpirasi pada buah. Menurunnya produksi etilen dan laju respirasi buah secara tidak langsung akan menghambat pematangan buah, sehingga dapat dikatakan bahwa Buah Apel dan Kelengkeng yang diberi perlakuan penyinaran UV-C secara terus menerus akan menghambat proses kerusakan buah serta dapat memperpanjang umur simpan buah.

Penggunaan sinar ultraviolet secara berlebihan dapat menghilangkan keefektifan dari sinar ultraviolet itu sendiri. Kuantitas dosis yang diterapkan pada Paparan UV-C terhadap kerusakan sel yaitu dengan dosis rendah. Terdapat berbagai variabel yang mempengaruhi saat menentukan dosis yang tepat untuk paparan dengan UV-C yaitu: aliran udara, kelembaban, jarak antara sumber cahaya dengan sampel, dan lama waktu paparan (Suprpto, 2009).

Lama waktu paparan UV-C dan penyimpanan pada suhu rendah dapat memperpanjang umur simpan buah, serta menghambat pertumbuhan bakteri dalam buah tersebut. Berdasarkan data penelitian pada tabel 4.1 dan 4.2 menunjukkan bahwa lama penyinaran UV-C dapat memperpanjang umur simpan buah Kelengkeng dan Apel. Hal ini seperti pada penelitian (Shama, 2004) buah yang dipapari UV-C dengan dosis rendah dapat menyebabkan beberapa perubahan, seperti penunda pematangan dan memperpanjang umur simpan buah.

Buah yang telah menerima paparan sinar ultraviolet, elektron-elektron pada molekul akan mengabsorpsi energi yang dipancarkan oleh sinar. Absorpsi sinar UV mengakibatkan transisi elektron, yaitu perpindahan elektron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi. Energi yang terserap kemudian terbuang sebagai cahaya atau tersalurkan dalam

reaksi kimia. Absorpsi cahaya tampak dan radiasi ultraviolet meningkatkan energi elektron sebuah molekul, artinya energi yang disumbangkan oleh foton-foton memungkinkan elektron-elektron itu mengakibatkan banyaknya inti yang keluar ke orbital baru dengan energi lebih tinggi. Semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV karena mereka mengandung elektron, yang dapat dieksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Apabila suatu keadaan tersebut secara terus menerus berlangsung dengan energi cahaya yang tinggi, dapat mengakibatkan kerusakan sel (Benny, 2011).

#### **4.2.2 Pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap kadar Vitamin C Buah**

##### **Kelengkeng dan Apel**

Kesadaran konsumen akan pentingnya vitamin C bagi manusia, vitamin C dianggap sebagai indeks kualitas pada buah. Vitamin C adalah nutrisi yang larut dalam air, yaitu senyawa organik yang berperan penting dalam menjaga kesehatan. Nama kimia vitamin C dari bentuk utamanya yaitu asam askorbat. Dalam keadaan terlarut vitamin C ini mudah rusak oleh proses oksidasi terutama bila terkena cahaya dan panas. Adapun sumber vitamin C umumnya terdapat pada bahan pangan nabati, misalkan sayuran dan buah-buahan. Vitamin C sebagian besar berada pada buah-buahan (Cakrawati, 2012).

Dalam penelitian ini diketahui bahwa variasi lama paparan UV-C dan penyimpanan pada suhu rendah ( $17^{\circ}\text{C}$ ) berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar vitamin C Buah Kelengkeng dan Apel. Menurut Barka et al., (2000) Penyinaran UV-C mampu menurunkan aktivitas enzim askorbat oksidase. Aktivitas enzim yang terhambat akan mencegah proses oksidasi vitamin C sehingga penurunan vitamin C dapat dicegah. Penurunan vitamin C tersebut disebabkan

karena vitamin C mudah teroksidasi dan hilang selama penyimpanan. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses oksidasi tersebut yaitu paparan sinar, temperatur, cahaya, panas, dan PH. Menurut (Anonim, 2007) jika kadar vitamin C dalam buah tidak ingin mengalami penurunan maka dapat mempersingkat waktu paparan UV-C.

#### 4.2.3 Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C terhadap Kadar Antioksidan

##### Buah Kelengkeng dan Apel

Antioksidan adalah komponen yang dapat menghambat oksidasi lemak, asam nukleat, atau molekul lainnya dengan mencegah perkembangan pengoksidasian melalui reaksi berantai. Buah-buahan merupakan bahan pangan yang kaya antioksidan. Beberapa teori menjelaskan bahwa mengonsumsi buah-buahan segar dapat menurunkan resiko terkena kanker (Erkan et.al., 2008).

Sinar UV-C dapat mendorong terjadinya oksidasi, sehingga proses oksidasi lebih efektif. Pada proses peyinaran, sinar UV-C berperan sebagai oksidator. Selain itu, sinar UV-C dapat menghambat sintesis senyawa bioaktif antioksidan, namun tergantung pada perbedaan kapasitas antioksidan pada buah (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2007). Berdasarkan hasil penelitian ini, data kadar antioksidan telah disajikan pada tabel 4.4. dan 4.5 yang menunjukkan bahwa lama penyinaran UV-C dapat menurunkan kadar antioksidan buah Apel dan Kelengkeng.

Antioksidan juga didefinisikan sebagai inhibitor yang bekerja menghambat oksidasi dengan cara bereaksi dengan radikal bebas reaktif yang membentuk radikal bebas tidak reaktif yang tidak stabil. Antioksidan juga merupakan senyawa pemberi elektron-elektron (Siagian, 2002).

### 4.3 Hasil Berdasarkan Syarat Ketentuan Permentan

Mutu adalah penilaian yang utama bagi produk. Pengawasan terhadap mutu buah penting untuk dilakukan, meliputi pada saat panen dan pasca panen. Kriteria mutu buah ditentukan oleh kandungan kimianya seperti total padatan terlarut (TPT), kandungan air, serta kandungan gula dan komposisinya (Saltveit, 2005). Penurunan mutu fisik dan kandungan kimia akan terjadi selama waktu penyimpanan (Chen and Sun, 1991; Syarief dan Halid, 1994). Penurunan mutu buah tidak dapat dihilangkan namun dapat diperlambat agar buah tersebut layak konsumsi. Pada penelitian ini dilakukan paparan UV-C sebagai menghambat kerusakan Buah Kelengkeng dan Apel.

Kelengkeng merupakan objek yang digunakan pada penelitian ini. Kriteria buah kelengkeng yang digunakan pada penelitian ini telah mencapai persyaratan kementan. Buah Kelengkeng yang digunakan yaitu bertangkai, segar, tidak beraroma asing, buah yang dipanen telah mencapai umur panen. Berdasarkan persyaratan mutu kelengkeng SNI 8025\_2014 menyatakan bahwa buah kelengkeng yang layak dikonsumsi yaitu utuh, bertangkai, tampilan segar, layak konsumsi, bebas dari hama, bebas dari kerusakan akibat suhu rendah, dan lain sebagainya. Waktu penyinaran UV-C tidak merubah mutu buah kelengkeng, namun dapat menyebabkan penurunan kadar vitamin C dan antioksidan, serta memperpanjang umur simpan buah. Buah setelah di beri paparan UV-C tetap dalam keadaan segar, layak konsumsi, bebas dari rasa asing. Berdasarkan hasil penelitian ini, buah kelengkeng yang memiliki laju pembusukan tercepat yaitu tanpa paparan UV-C (Kontrol).

Berdasarkan SNI 8024\_2014 untuk semua kelas apel, apel yang memenuhi syarat mutu yaitu; utuh, padat, segar, layak konsumsi, bebas dari aroma asing, dan lain sebagainya. Pada penelitian ini buah apel yang digunakan adalah buah apel manalagi yang baru saja panen dari pohonnya, masih segar, utuh, serta layak konsumsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama paparan UV-C tidak merubah mutu buah apel. Lama paparan UV-C mempengaruhi penurunan kadar Vitamin C dan Antioksidan, serta memperpanjang umur simpan buah Apel.

#### 4.4 Sinar UV-C dalam Pandangan Islam

Sinar atau cahaya adalah suatu gelombang elektromagnetik dalam kondisi tertentu dapat berperan sebagai partikel. Radiasi gelombang elektromagnetik dibagi menjadi 3 jenis yaitu radiasi ultraviolet (UV) cahaya tampak dan infamerah (IR). Pada penelitian ini, memanfaatkan sinar ultraviolet sebagai penunda pembusukan pada buah. Berdasarkan panjang gelombangnya sinar ultraviolet yang mampu sebagai penanganan penunda pembusukan buah yaitu sinar ultraviolet tipe C dengan panjang gelombang rendah yaitu 265 nm.

Dalam hal ini, Allah SWT menciptakan matahari sebagai penerangan dimuka bumi ini. Fiman Allah SWT dalam Alqur'an Surat Yunus (10):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﴾

*“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 mengetahui.” (Q.S. Yunus (10):5).*

Dari ayat diatas menjelaskan bahwa cahaya berasal dari energi matahari. Indikasi ilmiah ini berdasarkan dari kata yang mempunyai makna “*suatu yang terang*” dalam arti ini adalah matahari (Al-Maraghi, 1993). Menurut ( El-Naggar, 2010) menyatakan bahwa sinar matahari merupakan gelombang spektrum elektromagnetik terpendek yaitu sinar gamma hingga terpanjang yaitu gelombang radio, dimana pada umumnya sinar yang tak terlihat mata dan saling bertautan antar sesamanya. Oleh karena itu, sinar putih tidak dapat dilihat kecuali setelah sejumlah proses pemantulan dan terurainya sinar matahari pada jutaan partikel benda padat, cair dan gas yang terdapat pada permukaan bagian atas atmosfer seperti molekul debu, uap dan lain sebagainya. Hal demikian, dalam Firman Allah SWT Q.S. Al-Haqqah (69):38-39

فَلَا أَفْسِمُ بِمَا تُبْصِرُونَ ﴿٣٨﴾ وَمَا لَا تُبْصِرُونَ ﴿٣٩﴾

“*Maka aku bersumpah demi apa yang kamu lihat, dan demi apa yang tidak kamu lihat*”. (Q.S. Al-Haqqah (69):38-39).

Dalam ayat ini menjelaskan bahwa keagungan sumpah tuhan yang menunjukkan kepada kita atas kedua jenis kekuasaan-Nya, kedua jenis ini adalah yang dapat dilihat dengan panca indera dan tidak dilihat oleh panca indera. Jenis kedua ini adalah makhluk yang tidak dapat kita lihat dialam secara nyata dalam fisika misalnya energi surya. Bagian terkecil dari energi surya sendiri yaitu spectrum (sinar tampak), sinar ini adalah sebuah anugrah sehingga kita dapat melihat sesuatu yang tampak dimuka bumi ini. Sama pentingnya dari hal lain radiasi ultraviolet dan inframerah. 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.

Selain itu, cahaya memiliki fungsi penting bagi kelangsungan hidup di bumi. Misalnya cahaya matahari, energi cahaya matahari yang sangat besar mampu menerangi bumi pada sisi yang luas. Karena matahari memancarkan cahaya ia memiliki fungsi penting dalam kehidupan antara lain membantu tumbuhan melakukan fotosintesis yang hasilnya berupa gas oksigen sebagai bahan utama pernapasan makhluk hidup.

Pada Al-Qur'an juga telah dijelaskan mengenai manfaat cahaya untuk kelangsungan hidup makhluk hidup. Allah SWT menciptakan cahaya untuk membantu aktivitas makhluk hidup di bumi. Seperti pada Firman Allah SWT Q.S An-Nur ayat 35.

Firman Allah SWT:

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

Artinya:

*Allah (pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya), yang minyaknya (saja) hamper-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapi-lapis), Allah membimbing kepada cahaya-Nya siapa yang dia kehendaki, dan Allah memperbuat*

*perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu(Q.SAn-Nur.35).*

Pada tafsir Al-Misbah menyatakan bahwa Allah SWT adalah sumber segala cahaya di langit dan di bumi. Dialah yang menerangi keduanya dengan cahaya yang bersifat materil yang dapat kita lihat dan berjalan di bawah cahayanya. Di dalam Al-Qur'an disebutkan bahwa Allah SWT sebagai "An-Nur" sebagaimana dalam lafadz "اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ" maka yang dimaksud bukanlah cahaya empirik dan kasat mata. Selain itu, pada lafadz "الْمِصْبَاحُ فِي رُجَاةٍ" Allah SWT menunjukkan kejelasan cahaya-Nya yang agung dan bukti-buktinya yang mengafungkan adalah seperti cahaya sebuah lampu yang dapat menerangi. Lampu itu dapat mengumpulkan cahaya, membiaskan cahaya (refraksi) dan memantulkan cahaya (refleksi). Lampu itu berada dalam kaca bening dan bersinar seperti matahari (Shihab, 2001). Seperti Lampu UV ini ketika dipancarkan kepada suatu objek maka akan mengalami pemantulan dan absorpsi. Demikianlah bukti-bukti materi dan maknawi yang terpancar di alam raya ini menjadi tanda-tanda yang jelas yang menghapus keraguan akan wujud Allah dan kewajiban beriman kepada-Nya.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Penelitian tentang pengaruh waktu paparan UV-C terhadap kadar vitamin-C dan kadar antioksidan disimpan pada suhu rendah dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Waktu paparan UV-C berpengaruh terhadap umur simpan buah kelengkeng dan apel yang disimpan suhu 17°C. Semakin lama waktu paparan maka semakin lama pula umur simpan buah. Dimana paparan UV-C pada penelitian ini dilakukan selama 0, 10, 20, 30, dan 40 menit. Waktu penyinaran UV-C optimum adalah 40 menit dengan daya simpan 54,6 hari pada buah kelengkeng dan 61 hari pada buah Apel.
2. Waktu paparan UV-C berpengaruh pada kualitas kadar vitamin C buah kelengkeng dan apel. Semakin lama waktu paparan UV-C maka kadar vitamin C mengalami penurunan. Waktu paparan UV-C dan waktu penyimpanan optimum terhadap penurunan Kadar vitamin C adalah 40 menit hari ke-12 dengan kadar vitamin C sebanyak 13,76 mg/ml pada buah kelengkeng 6,81 mg/ml pada buah Apel.
3. Waktu paparan UV-C berpengaruh menurun terhadap kadar antioksidan buah kelengkeng dan apel. Karena kadar antioksidan mudah terhidrolisis serta teroksidasi dengan cahaya. Setiap pengambilan data, mengalami fluktuasi dan degradasi kadar antioksidan. Waktu penyinaran UV-C dan waktu penyimpanan optimum terhadap penurunan IC50 adalah 40 menit hari ke-12 dengan IC50 sebesar 19,36 pada buah kelengkeng 22,38 ppm pada buah Apel.

## 5.2 Saran

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

1. Alat untuk paparan (Lampu UV-C) sebaiknya di kalibrasi (diuji keaslian) untuk menyatakan lampu tersebut benar-benar jenis yang digunakan pada penelitian.
2. Mencari Objek untuk paparan sebaiknya memiliki kualitas kadar yang lebih tinggi agar tidak terjadi degradasi kadar secara terus menerus.
3. Dapat dilakukan dengan menambahkan variasi Daya lampu dan intensitas, agar lebih mengetahui perbandingannya.
4. Setiap kerusakan objek setiap variasi di dokumentasikan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. 2001. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Al-Qur'an dan Terjemahan. 2015. Departemen Agama RI. Bandung : CV Darus Sunnah.
- Al-Maraghi, Ahmad Musthofa. 1992. *Terjemah Tafsir al-Maraghi*. Semarang : Toha.
- Anderson, J. G., Rowan, N. J., MacGregor, S. J., Fouracre, R. A. and 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.
- Anonim. 2002. *Handout Mata Kuliah Terbuka Pengetahuan Bahan Pangan: Sayuran dan Buah*. Universitas Negri Yogyakarta.
- Anonim. 2006. *Radiasi Ultraviolet*. [www.ncrpro.com/ngk/ensiklopedia/rhtm](http://www.ncrpro.com/ngk/ensiklopedia/rhtm). diakses pada tanggal 5 Desember 2006.
- Anonim. 2007. Ultraviolet disinfection. [http://www.nesc.wuv.edu/nscf/pdf/efi/uv.dis\\_tech.pdf](http://www.nesc.wuv.edu/nscf/pdf/efi/uv.dis_tech.pdf). 5-7-2007.
- Anonim. 2019. *Kelengkeng*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Lengkeng>. Diperbarui pada tanggal 21 Oktober 2019.
- Anggraini, Dewi. 2018. Jus Apel Manalagi (*Malus Sylvestris Mill*) menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* in vitro. *Bali Dental Journal*. Vol.2, No.1
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analytical Chemistry*. University of America. Washington D.C.
- Ariyadi, T. dan Sinto, D. S. 2009. Pengaruh Sinar Ultraviolet terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus* sp. Sebagai bakteri Kontaminan. *Jurnal Kesehatan*. Vol.2, No.2
- Badarinath A, Rao K, Chetty CS, Ramkanth S, Rajan T, & Gnanaprakash K. A Review on In-vitro Antioxidant Methods : Comparisons, Correlations, and Considerations. *International Journal of PharmTech Research*, 2010:1276-1285
- Barka, E. A., Kalantri, S., Makhlof, J., Arul, J. 2000. Impact of UV-C irradiation on the cell wall degrading enzymes during ripening of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48 : 667-671.

- Bertolini, A.C., Mestres, C., Lourdin, D., Valle, G.D., and Colonna, P. 2000. Relationship between Thermomechanical Properties and Baking Expansion of Sour Cassava Starch. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.81: 429–435.
- Benny, Rio. 2011. *Spektroskopi inframerah (FTIR) dan sinar tampak (UV VIS)*.Universitas Andalas. Padang.
- Bulnois J. L. 1989. *Photophysical Processes in Recent Medical Laser Development: a Review*. *Lasers Med Sci*. 1986;1: 47-66.
- BSN. 2014. Standar Nasional Indoneisa Buah Apel (SNI 8024.2014). ICS 67.080.10
- BSN. 2014. Standar Nasional Indoneisa Buah Kelengkeng (SNI 8025.2014). ICS 67.080.10
- BPSB DIY. 1998. *Makalah Usulan Pelepasan Varietas Kelengkeng Lokal Asal Guwosari*. Yogyakarta. hlm.(22).
- Cahyonugroho, OH. 2001. *Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet dan Pengadukan terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E.coli*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Surabaya : Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
- Cakrawati, Dewi. 2012. *Bahan Pangan, Gizi, dan Kesehatan*. Bandung : Alfabeta.
- 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).
- Chen, P. and Z. Sun. 1991. *A review of nondestructive methods for quality evaluation and sorting of agricultural products*. *J. Agric. Eng Res*. 49: 85-98.
- Costa L, Vicenta RA, Civello PM, Chaves AR, Martinez GA.UV-C treatment delays postharvest senescence in broccoli florest. 2005. *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 39(2):204-210.
- Crupi, A. Pichierri, T. Basile, and D. Antonacci. 2013. Postharvest stilbenes and flavonoids enrichment of table grape cv Redglobe (*Vitis vinifera* L.) as affected by interactive UV-C exposure and storage conditions,” *Food Chemistry*, vol. 141, no. 2, pp. 802–808.
- Dalimartha, S. dan Andrian, F. 2011. *Khasiat Buah dan Sayur*. Jakarta : Erlangga.
- Demam, John,M. 1997. *Kimia Makanan*. Bandung : Penerbit ITB.
- Depkes. 2000. *Buku Pintar Konseling Keluarga Mandiri Sadar Gizi*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta.

- Dröge, W. 2002. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological Rev.* Jan;82(1):47-95
- Effendi, Rustam dkk. 2007. *Medan Elektromagnetik Terapan*. Jakarta : Erlangga.
- El-Naggar, Zaghoul. 2010. *Ayat-ayat Kosmos Dalam Al-Qur'an Al-Karim Jilid 2*. Jakarta: Uin Syarif Hidayatullah.
- 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.
- EPA. 1999. *Wastewater Technology Fact Sheet : Ultraviolet disinfectant*. Water office Washington DC.
- Fanshuri, Buyung Al. 2015. Penanganan Pascapanen Buah Kelengkeng. <http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id>. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika : Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Feng, Hai-ling., Yu-xiong Z, Hui Xie, Jian-ye C, Jiang-guo Li, and Wang-jin Lu. 2008. Differential expression and regulation of longan XET genes in relation to fruit growth. *Plant Sci.* (174):32-37.
- Geneva. 2006. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. [online]. Available [Accessed, World Health Organization], [Accessed, 2006, <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/>].
- Gonzalez-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.
- Gonzales, A., R. Zavaletta Gatica, and M.E. Tiznado Hernandez. 2007. Improving Post Harvest Quality Of Mango "Haden" By UV-C treatment. <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)> . Diakses pada tanggal 27 Januari 2012.
- Hermana. 1991. *Iradiasi Pangan*. Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- Jay, J.M. 1996. *Modern Food Microbiology*, fifth edition. International Thomson Publishing. Florence.
- Karim, Shah, dkk. 2016. Fruit Juice Production Using Ultraviolet Pasteurization, *Beverages Journal*. MDPI (<http://www.mdpi.com>).
- Kapoor H. C. and Kaur C. 2001. "Antioxidants in fruits and vegetablesthe millenniums health," in *Proceedings of the Antioxidants in fruits and vegetables–themillennium's health*, vol. 36:703– 725.

- Koutchma, T.N., Forney, L.J., dan Moraru C.I. 2009. *Ultraviolet Light in food Technology : Principles and Applications*. Boca Raton : CRC Press.
- Kurniawati, Evi dan Hanifa Riandini. 2019. Analisis Kadar Vitamin C Pada Daging Buah Kelengkeng (*Dimocarpus longan L*) Segar dan Daging Buah Kelengkeng Kaleng Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Ilmiah:J-HESTECH*. Vol. 2 (2):119-126.
- 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.
- Ma'at, S. 2009. *Sterilisasi dan Disinfeksi*. Surabaya:AirlanggaUniversity Press.
- Maharaj, R., Joseph, A., P. Nadeu. 2010. UV-C Irradiation of tomato and its effects on color and pigments. *Advances in Environmental Biology*. 4: 308-315.
- Menzel C.M. and G.K. Waite. 2005. *Litchi and Longan*. Botany, Production, and Uses. CABI Publishing.
- Michael dan E.S. Chan. 2008. *Dasar-dasar Mikroorganisme*. Jakarta : UI Press.
- Nazaruddin dan F. Muchlisah. 1994. *Buah Komersial*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Noichinda, S., Bodhipadma, K., Tusvil, P., dkk. 2015. The physiology of Chilling Injured Longan Fruit. *The Journal of Applied Science*.
- Nur, M., dkk. 2005. Metode Baru untuk Dekontaminasi Bakteri dengan Plasma Non Termik pada Tekanan Atmosfer. *Jurnal Fisika*. Vol. 8, No. 3, ISSN : 1410-9662.
- Oktariana E. W. 2008. *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia galanga*) dengan Metode DPPH (1.1-difenil-2-pikrihidrazil)*.
- 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).
- Peilong Li, Xiaoming Yu, and Baojun Xu. 2017. Effects of UV-C Light Exposure and Refrigeration on Phenolic and Antioxidant Profiles of Subtropical Fruits (Litchi, Longan, and Rambutan) in Different Fruit Form. *Journal of Food Quality Hindawi*. Vol(2) 1-12.
- KEMENPER. 2018. Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) No.53. tentang Keamanan dan Mutu Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT). Jakarta:Kemenper.



- Rohdiana D. 2008. *Teh Hitam dan Antioksidan*. Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung.
- Rukmana, Rahmat. 1999. *Lengkeng, Prospek Agrobisnis dan Teknik Budi Daya Lengkeng*. KANISIUS : Yogyakarta.
- Sa'adah, Lailufary I. N., dan Estiasih, Teti. 2015. Karakterisasi Minuman Sari Apel Produksi Skala Mikro dan Kecil Di Kota Batu : *Kajian Putaka. Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol.3(2):374-380.
- Safaryani, Nurhayati, Haryanti, Sri dan Hastuti, Endah Dwi. 2007. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Penurunan Kadar Vitamin C Brokoli (*Brassica oleracea L.*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. Vol.XV. (2).
- Saltveit, M.E. 2005. Fruit Ripening and Fruit Quality. In Heuvenlik Ep (Ed).
- Saputra, D.S. dan Suwarno, 2008. *Panduan Lengkap Lengkeng Super "Lengkeng Pingpong"*. Penerbit Andi : Jakarta.
- Saparinto, C dan R. Susiana. 2017. *Panduan Praktis 28 Tanaman Buah Populer*. Penerbit Andi : Jakarta.
- Setiawan, Dwi. 2011. Perambatan Cahaya pada Pandu Gelombang Makro Berbentuk Trapesium. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Setyaning, Ulia. 2012. Pengaruh Lama Penyinaran UV-C terhadap Mutu dan Umur Simpan Tomat (*Lycopersicon esculentum Mill.*). *Skripsi*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Shama G. dan Alderson P. UV hormesis in fruits: a concept ripe for commercialization. 2004. *Trends in Food Science and Technology*. Vol.16(4):128-136.
- Shahidi F. and P. K. Wanasundara. 1992. "Phenolic antioxidants," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 32, no. 1, pp.67-103.
- Shihab, Muhammad Quraish. 2001. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Siagian A. 2002. *Bahan Tambahan Makanan*. Medan: Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara.
- Steck, D.A. 2008. *Classical and Modern Optics*. Eugene: University of Oregon.
- Stevens, J. L., dkk., 2006. Plant hormesis induces by uv light-c for controlling postharvest diseases of tree fruits. *Crop Production*, 15: 129 – 134.

- Sufrida dan Maloedyn S. 2006. *30 Ramuan Penakluk Hipertensi*. Edisi 1 Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Suprpto M. 2009. *Sterilisasi dan Disinfeksi*. Surabaya : Airlangga University Press.
- Sunaryo. 2015. *Kimia Farmasi*. (J. Manurung, Ed.). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Susanto, Loekas, M.S. 2006. *Penyakit Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sutrisno. 1979. *Fisika Dasar Gelombang dan Optik*. Bandung: ITB Press.
- Syarief, R. dan H. Halid. 1994. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Arcan : Jakarta
- Tahir, I., Jumina, dan Yuliasuti Ike. 2002. Analisis Aktivitas Perlindungan Sinar Uv Secara In Vitro dan In Vivo dari Beberapa Senyawa Ester Sinamat Produk Reaksi Kondensasi Benzaldehida Tersubstitusi dan Alkil Asetat, *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas (JFSK)*. Vol. 2(3) : 136.
- Techinamuti, Novalisha dan Rimadani Pratiwi. 2000. Review:Metode Analisis Kadar Vitamin C. *Farmaka Suplemen*. Vol. 2(2):309-315.
- Trevisanand Andrea. 2006. Unusual High Exposure to Ultraviolet-C Radiation. Department of Environmental Medicine and Public Health, University of Padova. hlm. 122-58
- [USDA] United States Departement of Agriculture. 2000. Egg Grading Manual. United State Departement of Agriculture, United State.
- USEPA. 1999. EPA *Guidance Manual Alternative Disinfectant and Oxidants*, pp. 8-2. Center for Enviromental Research Information, Cincinati, OH.
- Wadge, 2003. *Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals*. Food Standards Agency.
- Wardani, L.A. 2012. Validasi Metode Analisis dan Penentuan Kadar Vitamin C pada Minuman Buah Kemasan dengan Spektrofotometri UV-Visible. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Wulandar, Adisti. 2005. Daya Anti Bakteri Ekstrak Buah Apel Manalagi terhadap Bakteri Salmonella Thyposa. *Jurnal Adisti Apel Pustaka*. Vol. 2 (1).
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta.
- Winarsi. 2007. *Antioksidan dan Radikal bebas*. Kanisius. Yogyakarta.

Yahia,E.M.,2011.Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits.Woodhead Publishing Series in Food Science,Technology and Nutrition 1: 60-62.

Zhou, X. Z. , Y. Chen, J. Y. Tang, S. F. Huang, and Y. Cao. 2012. Loss estimation of litchi fruit due to pericarp browning. *Chinese Journal of Tropical Crops*, vol. 33, no. 8, pp. 1403–1404.



The logo is a shield-shaped emblem with a light green background and a white border. It features the text "UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM" in a circular arrangement at the top and "PUSAT PERPUSTAKAAN" at the bottom. In the center, there is a yellow calligraphic design. The word "LAMPIRAN" is written across the middle of the logo in a large, bold, black serif font.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Pembuatan Larutan

### Lampiran 1.1 Pembuatan Larutan Uji Kadar Antioksidan

#### L.1.1.1 Pembuatan Larutan DPPH 0,4 mM 50 mL

➤ DPPH 0,4 mM dalam 50 mL methanol p.a

➤ Mr DPPH = 394,33 g/mol

➤ Volume Larutan = 50 mL

➤ Mol DPPH = Kosentrasi x Volume Larutan

$$= 0,4 \text{ mM} \times 50 \text{ mL}$$

$$= 0,02 \text{ mmol}$$

➤ Mg DPPH = 0,02 mmol x 394,33

$$= 7,88 \text{ mg}$$

Cara pembuatannya adalah ditimbang serbuk DPPH sebanyak 7,8 mg, kemudian dilarutkan dengan methanol p.a 50 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. selanjutnya ditambahkan methanol hingga tanda batas dan dikocok hingga homogen.

#### L.1.2 Pembuatan Larutan Stok 100.000 ppm dalam 50 mL Methanol p.a

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg}}{\text{ml}}$$

$$100.000 = \frac{\text{mg}}{0,005 \text{ L}}$$

$$\text{mg} = 500 \text{ mg}$$

Jadi untuk membuat larutan stok 100.000 pp yaitu ditimbang 500 mg

sampel dilarutkan dalam 50 mL methanol p.a

### L.1.3 Pembuatan Larutan Sampel Uji Kadar Antioksidan 10.000, 20.000,

#### 30.000 40.000 ppm dalam 10 ml

- 10.000 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$100.000 \text{ ppm} \times V_1 = 10.000 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$= 100.000/10.000$$

$$= 1 \text{ ml}$$

Jadi untuk larutan 10.000 ppm yaitu diambil 1 ml larutan stok kemudian

ditambahkan 10 ml methanol p.a

- 20.000 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$100.000 \text{ ppm} \times V_1 = 20.000 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$= 100.000/20.000$$

$$= 2 \text{ ml}$$

Jadi untuk larutan 20.000 ppm yaitu diambil 2 ml larutan stok kemudian

ditambahkan 10 ml methanol p.a

- 30.000 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$100.000 \text{ ppm} \times V_1 = 30.000 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$= 100.000/30.000$$

$$= 3 \text{ ml}$$

Jadi untuk larutan 30.000 ppm yaitu diambil 3 ml larutan stok kemudian

ditambahkan 10 ml methanol p.a

- 40.000 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$100.000 \text{ ppm} \times V_1 = 40.000 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$= 100.000/40.000$$

$$= 4 \text{ ml}$$

Jadi untuk larutan 40.000 ppm yaitu diambil 4 ml larutan stok kemudian ditambahkan 10 ml methanol p.a

## Lampiran 1.2 Pembuatan Larutan untuk Uji Kadar Vitamin C

### L.1.2.1 Pembuatan Larutan Stok Vitamin C 100 ppm dalam 50 ml

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg}}{\text{ml}}$$

$$100 \text{ ppm} = \frac{\text{mg}}{0,005 \text{ L}}$$

$$\text{mg} = 5 \text{ mg}$$

Jadi ditimbang 5 mg asam askorbat dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml kemudian ditambahkan 50 ml aquadest sampai tanda batas.

### L.1.2.2 Pembuatan Larutan Vitamin C 4, 8, 12, 16 ppm dalam 25 mL

➤ 4 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$100 \text{ ppm} \times V_1 = 4 \text{ ppm} \times 25 \text{ mL}$$

$$= 100/100$$

$$= 1 \text{ mL}$$

Jadi untuk larutan 4 ppm yaitu diambil 1 ml larutan stok kemudian ditambahkan 25 ml aquadest.

➤ 8 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$100 \text{ ppm} \times V_1 = 8 \text{ ppm} \times 25 \text{ mL}$$

$$= 200/100$$

$$= 2 \text{ ml}$$

Jadi untuk larutan 8 ppm yaitu diambil 2 ml larutan stok kemudian ditambahkan 25 ml aquadest.

➤ 12 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$100 \text{ ppm} \times V_1 = 12 \text{ ppm} \times 25 \text{ ml}$$

$$= 300/100$$

$$= 3 \text{ ml}$$

Jadi untuk larutan 12 ppm yaitu diambil 3 ml larutan stok kemudian ditambahkan 25 ml aquadest.

➤ 16 ppm

$$\text{ppm}_1 \times V_1 = \text{ppm}_2 \times V_2$$

$$100 \text{ ppm} \times V_1 = 16 \text{ ppm} \times 25 \text{ ml}$$

$$= 400/100$$

$$= 4 \text{ ml}$$

Jadi untuk larutan 16 ppm yaitu diambil 4 ml larutan stok kemudian ditambahkan 25 ml aquadest.

### Lampiran 1.2.3 Pembuatan Larutan Sampel

Ditimbang 1 gram sampel, kemudian ditambahkan 50 mL aquadest



## Lampiran 2. Data Hasil Perhitungan Kadar Antioksidan

### L.2.1 Data Hasil Kadar Antioksidan Kelengkeng

Paparan (Menit)	Kosentrasi Sampel (ppm)	Antioksidan(%)				Persamaan Regresi	IC50 (ppm)
		Hari Ke-0	Hari Ke-4	Hari Ke-8	Hari Ke-12		
Kontrol	10.000	47,94	44,16	42,79	38,36	Hari ke-0 $y=0,0012x+39,03$	9,14
	20.000	66,97	61,63	60,26	59,86	Hari ke-4 $y=0,0013x+33,90$	12,38
	30.000	74,96	75,77	74,49	71,96	Hari ke-8 $y=0,0013x+31,58$	13,40
	40.000	84,78	82,15	82,68	92,94	Hari ke-12 $y=0,0018x+21,82$	15,65
10	10.000	40,21	45,47	44,16	34,76	Hari ke-0 $y=0,0013x+31,58$	12,43
	20.000	61,71	57,94	54,07	61,05	Hari ke-4 $y=0,0012x+39,03$	12,59
	30.000	74,65	77,37	73,65	75,20	Hari ke-8 $y=0,0016x+19,02$	14,40
	40.000	82,46	84,13	82,72	82,52	Hari ke-12 $y=0,0013x+33,90$	16,23
20	10.000	44,49	44,34	41,06	37,30	Hari ke-0 $y=0,0013x+33,49$	12,70
	20.000	62,83	60,49	61,36	55,13	Hari ke-4 $y=0,0013x+33,32$	12,83
	30.000	70,06	72,25	71,52	75,19	Hari ke-8 $y=0,0013x+30,68$	14,68
	40.000	84,83	82,52	82,12	84,32	Hari ke-12 $y=0,0016x+22,70$	17,06
30	10.000	44,61	43,04	36,47	36,53	Hari ke-0 $y=0,0013x+32,81$	13,22
	20.000	58,99	63,04	63,28	52,61	Hari ke-4 $y=0,0012x+33,66$	13,61
	30.000	71,01	70,87	77,11	68,22	Hari ke-8 $y=0,0016x+24,92$	15,67
	40.000	82,59	81,79	86,38	81,47	Hari ke-12 $y=0,0015x+22,1$	18,601 8.60
40	10.000	41,52	40,73	41,92	35,41	Hari ke-0 $y=0,0014x+31,05$	13,53
	20.000	62,21	60,91	58,53	51,16	Hari ke-4 $y=0,0014x+29,44$	14,68
	30.000	73,39	70,38	68,73	67,65	Hari ke-8 $y=0,0013x+29,44$	15,81
	40.000	81,47	83,48	83,49	83,93	Hari ke-12 $y=0,0016x+19,02$	19,36

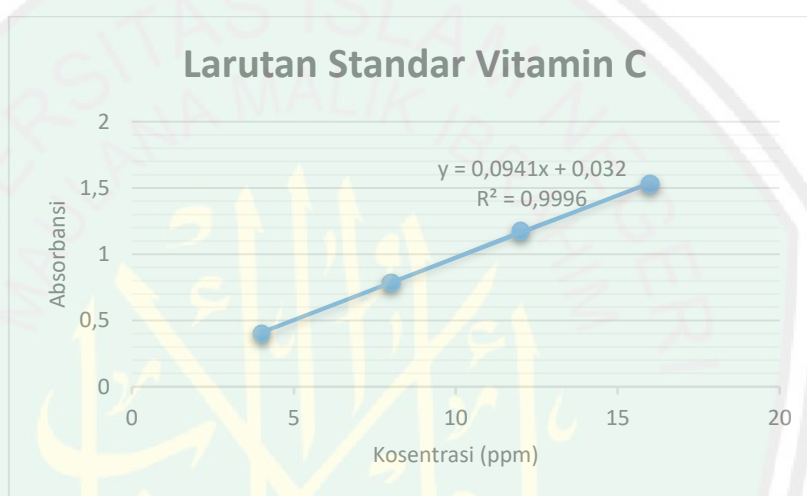
## L.2.2 Data Hasil Kadar Antioksidan Apel

Paparan (Menit)	Kosentrasi Sampel (ppm)	Antioksidan(%)				Persamaan Regresi	IC50 (ppm)
		Hari Ke-0	Hari Ke-4	Hari Ke-8	Hari Ke-12		
Kontrol	10.000	55,53	39,33	31,60	35,04	Hari ke-0 $y=0,0009x+48,14$	2,06
	20.000	68,23	61,39	46,36	52,81	Hari ke-4 $y=0,0014x+28,01$	15,70
	30.000	74,80	71,86	59,94	72,12	Hari ke-8 $y=0,0013x+27,70$	17,10
	40.000	83,01	84,03	81,18	79,40	Hari ke-12 $y=0,0015x+21,92$	18,72
10	10.000	49,82	34,58	31,03	31,60	Hari ke-0 $y=0,0011x+36,54$	12,23
	20.000	56,68	61,14	55,82	46,36	Hari ke-4 $y=0,0016x+22,91$	16,93
	30.000	65,54	69,26	71,69	59,94	Hari ke-8 $y=0,0018x+16,79$	18,45
	40.000	83,24	84,48	84,29	81,18	Hari ke-12 $y=0,0017x+14,84$	20,68
20	10.000	40,16	39,62	34,87	35,04	Hari ke-0 $y=0,0013x+27,79$	17,08
	20.000	56,96	53,47	52,76	51,69	Hari ke-4 $y=0,0014x+25,86$	17,24
	30.000	66,45	71,48	67,40	61,96	Hari ke-8 $y=0,0017x+18,66$	18,43
	40.000	81,70	80,99	85,17	80,18	Hari ke-12 $y=0,0016x+16,71$	20,80
30	10.000	38,12	31,29	30,24	28,74	Hari ke-0 $y=0,0015x+23,93$	17,38
	20.000	53,57	55,04	50,72	48,86	Hari ke-4 $y=0,0018x+16,25$	18,75
	30.000	67,94	70,81	70,65	66,20	Hari ke-8 $y=0,0017x+15,08$	20,54
	40.000	81,04	85,12	81,04	80,48	Hari ke-12 $y=0,0017x+12,93$	21,80
40	10.000	28,80	32,33	29,18	31,60	Hari ke-0 $y=0,0017x+19,96$	17,67
	20.000	58,50	55,58	60,65	46,36	Hari ke-4 $y=0,0017x+17,83$	18,92
	30.000	69,39	69,32	69,15	59,94	Hari ke-8 $y=0,0017x+14,45$	20,91
	40.000	82,18	84,57	80,11	81,18	Hari ke-12 $y=0,0016x+14,19$	22,38

### Lampiran 3. Proses Menghitung Kadar Vitamin C

#### L.3.1 Larutan Standar

Konsentrasi ( ppm)	Absorbansi
4	0,403
8	0,787
12	1,174
16	1,529



#### L.3.2 Larutan Sampel Apel

Perlakuan		Absorbansi Sampel Apel				
Paparan (Menit)	Penyimpanan (Hari)	U1	U2	U3	U4	U5
Kontrol	Ke-0	0,735	0,919	0,888	0,806	0,890
	Ke-4	0,813	0,878	0,723	0,724	0,823
	Ke-8	0,727	0,775	0,772	0,660	0,642
	Ke-12	0,616	0,643	0,610	0,656	0,694
10	Ke-0	0,900	0,893	0,799	0,701	0,782
	Ke-4	0,842	0,837	0,715	0,742	0,763
	Ke-8	0,760	0,750	0,616	0,671	0,614
	Ke-12	0,657	0,643	0,559	0,616	0,664
20	Ke-0	0,912	0,804	0,685	0,792	0,814
	Ke-4	1,103	0,702	0,616	0,709	0,617
	Ke-8	0,694	0,730	0,507	0,727	0,739
	Ke-12	0,653	0,639	0,641	0,645	0,558
30	Ke-0	0,736	0,830	0,869	0,768	0,730

	Ke-4	0,764	0,668	0,724	0,769	0,768
	Ke-8	0,697	0,564	0,675	0,703	0,671
	Ke-12	0,595	0,582	0,600	0,647	0,672
40	Ke-0	0,897	0,887	0,801	0,611	0,691
	Ke-4	0,852	0,772	0,782	0,626	0,568
	Ke-8	0,530	0,619	0,667	0,777	0,665
	Ke-12	0,638	0,501	0,761	0,519	0,649

Persamaan Regresi :  $y=0,0941x+0,032$

### KONTROL

#### 1. Hari Ke-0

a. Absorbansi U1 = 0,735  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,735 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,735 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,469$

b. Absorbansi U2 = 0,919  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,919 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,919 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 9,424$

c. Absorbansi U3 = 0,888  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,888 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,888 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 9,436$

d. Absorbansi U4 = 0,806  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,806 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,806 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 8,227$

e. Absorbansi U5 = 0,890  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,890 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,890 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 9,122$

#### 3. Hari Ke-8

a. Absorbansi U1 = 0,727  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,727 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,727 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,387$

b. Absorbansi U2 = 0,775  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,775 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,775 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,895$

#### 2. Hari Ke-4

a. Absorbansi U1 = 0,813  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,813 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,813 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 8,302$

b. Absorbansi U2 = 0,878  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,878 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,878 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 8,991$

c. Absorbansi U3 = 0,723  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,723 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,723 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,346$

d. Absorbansi U4 = 0,724  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,724 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,724 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,353$

e. Absorbansi U5 = 0,823  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,823 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,823 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 8,405$

#### 4. Hari Ke-12

a. Absorbansi U1 = 0,616  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,616 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,616 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,209$

b. Absorbansi U2 = 0,643  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,643 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,643 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,499$

- c. Absorbansi U3 = 0,772  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,772 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,772 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,862$
- d. Absorbansi U4 = 0,660  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,660 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,660 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,680$
- e. Absorbansi U5 = 0,642  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,642 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,642 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,488$

#### PAPARAN 10 MENIT

1. Hari ke-0
- a. Absorbansi U1 = 0,900  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,900 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,900 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 9,230$
- b. Absorbansi U2 = 0,893  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,893 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,893 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 9,154$
- c. Absorbansi U3 = 0,799  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,799 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,799 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 8,158$
- d. Absorbansi U4 = 0,701  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,701 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,701 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,115$
- e. Absorbansi U5 = 0,782  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,782 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,782 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,969$
2. Hari ke-4
- a. Absorbansi U1 = 0,842  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,842 = 0,0941x + 0,032$

- c. Absorbansi U3 = 0,610  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,610 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,610 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,142$
- d. Absorbansi U4 = 0,656  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,656 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,656 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,634$
- e. Absorbansi U5 = 0,694  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,694 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,694 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,036$

3. Hari ke-8
- a. Absorbansi U1 = 0,760  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,760 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,760 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,735$
- b. Absorbansi U2 = 0,750  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,750 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,750 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,632$
- c. Absorbansi U3 = 0,616  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,616 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,616 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,206$
- d. Absorbansi U4 = 0,671  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,671 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,671 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,792$
- e. Absorbansi U5 = 0,614  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,614 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,614 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,189$
4. Hari ke-12
- a. Absorbansi U1 = 0,657  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,657 = 0,0941x + 0,032$

$$0,842-0,032 = 0,0941x$$

$$x = 8,611$$

b. Absorbansi U2 = 0,837  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,837 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,837-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 8,561$

c. Absorbansi U3 = 0,715  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,715 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,715-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,256$

d. Absorbansi U4 = 0,742  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,742 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,742-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,544$

e. Absorbansi U5 = 0,763  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,763 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,763-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,768$

$$0,657-0,032 = 0,0941x$$

$$x = 6,641$$

b. Absorbansi U2 = 0,643  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,643 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,643-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,497$

c. Absorbansi U3 = 0,559  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,559 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,559-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 5,603$

d. Absorbansi U4 = 0,616  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,616 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,616-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,206$

e. Absorbansi U5 = 0,664  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,664 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,664-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,717$

### PAPARAN 20 MENIT

#### 1. Hari ke-0

a. Absorbansi U1 = 0,912  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,912 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,912-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 9,350$

b. Absorbansi U2 = 0,804  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,804 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,804-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 8,201$

c. Absorbansi U3 = 0,685  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,685 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,685-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,940$

d. Absorbansi U4 = 0,792  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,792 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,792-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 8,077$

e. Absorbansi U5 = 0,814  
 $y = 0,0941x + 0,032$

#### 3. Hari ke-8

a. Absorbansi U1 = 0,694  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,694 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,694-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,035$

b. Absorbansi U2 = 0,730  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,730 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,730-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,425$

c. Absorbansi U3 = 0,507  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,507 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,507-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 5,051$

d. Absorbansi U4 = 0,727  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,727 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,727-0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,392$

e. Absorbansi U5 = 0,739  
 $y = 0,0941x + 0,032$

$$0,814 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,814 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 8,309$$

$$0,739 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,639 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 7,512$$

## 2. Hari ke-4

- a. Absorbansi U1 = 1,103  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,103 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,103 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 11,385$
- b. Absorbansi U2 = 0,702  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,702 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,702 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,121$
- c. Absorbansi U3 = 0,616  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,616 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,616 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,204$
- d. Absorbansi U4 = 0,709  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,709 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,709 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,195$
- e. Absorbansi U5 = 0,617  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,617 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,617 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,214$

## 4. Hari ke-12

- a. Absorbansi U1 = 0,653  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,653 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,653 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,597$
- b. Absorbansi U2 = 0,639  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,639 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,639 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,455$
- c. Absorbansi U3 = 0,641  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,641 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,641 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,473$
- d. Absorbansi U4 = 0,645  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,645 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,645 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,512$
- e. Absorbansi U5 = 0,558  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,558 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,558 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 5,596$

## PAPARAN 30 MENIT

### 1. Hari ke-0

- a. Absorbansi U1 = 0,736  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,736 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,736 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,482$
- b. Absorbansi U2 = 0,830  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,830 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,830 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 8,480$
- c. Absorbansi U3 = 0,869  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,869 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,869 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 8,894$

### 3. Hari ke-8

- a. Absorbansi U1 = 0,697  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,697 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,697 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,065$
- b. Absorbansi U2 = 0,564  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,564 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,564 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 5,651$
- c. Absorbansi U3 = 675  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,675 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,675 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,832$

d. Absorbansi U4 = 0,768  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,768 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,768 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,824$

e. Absorbansi U5 = 0,730  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,730 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,730 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,422$

2. Hari ke-4

a. Absorbansi U1 = 0,764  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,764 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,764 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,780$

b. Absorbansi U2 = 0,668  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,668 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,668 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,761$

c. Absorbansi U3 = 0,724  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,724 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,724 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,354$

d. Absorbansi U4 = 0,769  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,769 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,769 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,838$

e. Absorbansi U5 = 0,768  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,768 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,768 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,826$

d. Absorbansi U4 = 0,703  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,703 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,703 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 7,131$

e. Absorbansi U5 = 0,671  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,671 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,671 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,790$

4. Hari ke-12

a. Absorbansi U1 = 0,595  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,595 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,595 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 5,983$

b. Absorbansi U2 = 0,582  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,582 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,582 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 5,846$

c. Absorbansi U3 = 0,600  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,600 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,600 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,038$

d. Absorbansi U4 = 0,647  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,647 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,647 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,543$

e. Absorbansi U5 = 0,672  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,672 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,672 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 6,805$

## PAPARAN 40 MENIT

1. Hari ke-0

a. Absorbansi U1 = 0,897  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,897 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,897 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 9,191$

b. Absorbansi U2 = 0,887  
 $y = 0,0941x + 0,032$

3. Hari ke-8

a. Absorbansi U1 = 0,530  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,530 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,530 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 5,298$

b. Absorbansi U2 = 0,619  
 $y = 0,0941x + 0,032$



$$0,887 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,887 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 9,085$$

c. Absorbansi U3 = 0,801

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,801 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,801 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 8,170$$

d. Absorbansi U4 = 0,611

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,611 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,611 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 6,160$$

e. Absorbansi U5 = 0,691

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,691 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,691 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 7,002$$

## 2. Hari ke-4

a. Absorbansi U1 = 0,852

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,852 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,852 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 8,717$$

b. Absorbansi U2 = 0,772

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,772 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,772 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 7,869$$

c. Absorbansi U3 = 0,782

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,782 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,782 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 7,970$$

d. Absorbansi U4 = 0,626

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,626 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,626 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 6,314$$

e. Absorbansi U5 = 0,568

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,568 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,568 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 5,701$$

$$0,619 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,619 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 6,239$$

c. Absorbansi U3 = 667

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,667 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,667 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 6,749$$

d. Absorbansi U4 = 0,777

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,777 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,777 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 7,921$$

e. Absorbansi U5 = 0,665

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,665 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,665 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 6,724$$

## 4. Hari ke-12

a. Absorbansi U1 = 0,638

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,638 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,638 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 6,447$$

b. Absorbansi U2 = 0,501

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,501 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,501 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 4,981$$

c. Absorbansi U3 = 0,761

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,761 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,761 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 7,754$$

d. Absorbansi U4 = 0,519

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,519 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,519 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 5,175$$

e. Absorbansi U5 = 0,649

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,649 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,649 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 6,561$$

### L.3.3 Data Hasil Perhitungan Vitamin C Apel (mg/ml)

Perlakuan		Vitamin C Apel (mg/ml)					Rata-rata
Paparan (Menit)	Penyimpanan (Hari)	U1	U2	U3	U4	U5	
Kontrol	Ke-0	7,46	9,42	9,43	8,22	9,12	8,73
	Ke-4	8,30	8,99	7,34	7,35	8,40	8,08
	Ke-8	7,38	7,89	7,86	6,68	6,48	7,26
	Ke-12	6,20	6,49	6,14	6,63	7,03	6,50
10	Ke-0	9,23	9,15	8,15	7,11	7,96	8,32
	Ke-4	8,61	8,56	7,25	7,54	7,76	7,94
	Ke-8	7,73	7,63	6,20	6,79	6,18	6,91
	Ke-12	6,64	6,49	5,60	6,20	6,71	6,33
20	Ke-0	9,35	8,20	6,94	8,07	8,30	8,17
	Ke-4	11,3	7,12	6,20	7,19	6,21	7,62
	Ke-8	7,03	7,42	5,05	7,39	7,51	6,88
	Ke-12	6,59	6,45	6,47	6,51	5,59	6,32
30	Ke-0	7,48	8,48	8,89	7,82	7,42	8,02
	Ke-4	7,78	6,76	7,35	7,83	7,82	7,51
	Ke-8	7,06	5,65	6,83	7,13	6,79	6,69
	Ke-12	5,98	5,84	6,03	6,54	6,80	6,24
40	Ke-0	9,19	9,08	8,17	6,16	7,00	7,92
	Ke-4	8,71	7,86	7,97	6,31	5,70	7,31
	Ke-8	5,29	6,23	6,74	7,92	6,72	6,58
	Ke-12	6,44	4,98	7,75	5,17	6,56	6,18

### L.3.4 Larutan Sampel Kelengkeng

Perlakuan		Absorbansi Sampel Kelengkeng					Rata-rata
Paparan (Menit)	Penyimpanan (Hari)	U1	U2	U3	U4	U5	
Kontrol	Ke-0	2,411	2,326	2,319	2,425	2,192	2,335
	Ke-4	1,612	1,713	2,188	2,046	1,946	1,901
	Ke-8	1,829	1,938	1,427	1,968	1,977	1,828
	Ke-12	1,327	1,610	2,051	1,345	1,627	1,592
10	Ke-0	1,761	1,649	2,620	2,563	2,530	2,224
	Ke-4	2,275	1,606	1,761	1,850	1,703	1,839
	Ke-8	1,097	1,435	2,480	1,447	2,414	1,775
	Ke-12	1,591	1,721	1,113	1,694	1,663	1,550
20	Ke-0	2,298	2,383	2,414	2,126	1,402	2,125
	Ke-4	1,580	1,950	2,039	1,634	1,584	1,757
	Ke-8	1,154	1,538	1,634	1,458	1,590	1,475
	Ke-12	1,299	1,184	2,132	1,366	1,317	1,459
30	Ke-0	1,437	2,445	1,878	1,773	2,352	1,977

	Ke-4	1,704	1,744	1,664	1,729	1,699	1,708
	Ke-8	1,321	1,418	1,586	1,504	1,477	1,461
	Ke-12	1,119	0,999	1,382	1,825	1,831	1,431
40	Ke-0	1,990	1,253	1,172	2,663	2,751	1,966
	Ke-4	1,344	1,736	1,430	1,275	2,404	1,638
	Ke-8	1,280	1,054	1,506	1,658	1,665	1,432
	Ke-12	0,988	0,979	1,506	1,200	1,961	1,327

Persamaan Regresi :  $y=0,0941x+0,032$

### KONTROL

1. Hari Ke-0
  - a. Absorbansi U1 = 2,411  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,411 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,411 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 25,28$
  - b. Absorbansi U2 = 2,326  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,326 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,326 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 24,38$
  - c. Absorbansi U3 = 2,319  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,319 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,319 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 24,31$
  - d. Absorbansi U4 = 2,425  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,425 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,425 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 25,43$
  - e. Absorbansi U5 = 2,192  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,192 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,192 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 22,95$
2. Hari Ke-4
  - a. Absorbansi U1 = 1,612  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,612 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,612 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 16,79$
  - b. Absorbansi U2 = 1,713  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,713 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,713 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 17,86$
3. Hari Ke-8
  - a. Absorbansi U1 = 1,829  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,829 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,829 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 19,10$
  - b. Absorbansi U2 = 1,938  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,938 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,938 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 20,25$
  - c. Absorbansi U3 = 1,427  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,427 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,427 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 14,82$
  - d. Absorbansi U4 = 1,968  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,968 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,968 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 20,57$
  - e. Absorbansi U5 = 1,977  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,977 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,977 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 20,67$
4. Hari Ke-12
  - a. Absorbansi U1 = 1,327  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,327 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,327 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 13,76$
  - b. Absorbansi U2 = 1,610  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,610 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,610 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 16,77$

c. Absorbansi U3 = 2,188  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,188 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,188 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 22,91$

d. Absorbansi U4 = 2,046  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,046 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,046 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 21,40$

e. Absorbansi U5 = 1,946  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,946 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,946 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 20,34$

c. Absorbansi U3 = 2,051  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,051 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,051 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 21,45$

d. Absorbansi U4 = 1,345  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,345 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,345 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 14,30$

e. Absorbansi U5 = 1,627  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,627 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,627 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 17,29$

### PAPARAN 10 MENIT

1. Hari Ke-0

a. Absorbansi U1 = 1,761  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,761 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,761 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 18,37$

b. Absorbansi U2 = 1,649  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,649 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,649 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 17,18$

c. Absorbansi U3 = 2,620  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,563 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,563 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 27,50$

d. Absorbansi U4 = 2,563  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,425 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,425 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 26,89$

e. Absorbansi U5 = 2,530  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,192 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,192 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 26,55$

3. Hari Ke-8

a. Absorbansi U1 = 1,097  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,097 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,097 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 11,32$

b. Absorbansi U2 = 1,435  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,435 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,435 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 14,91$

c. Absorbansi U3 = 2,480  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,480 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,480 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 26,01$

d. Absorbansi U4 = 1,447  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,447 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,447 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 15,38$

e. Absorbansi U5 = 2,414  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,414 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,414 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 25,66$

2. Hari Ke-4

a. Absorbansi U1 = 2,275  
 $y = 0,0941x + 0,032$

4. Hari Ke-12

a. Absorbansi U1 = 1,591  
 $y = 0,0941x + 0,032$

$$2,275 = 0,0941x + 0,032$$

$$2,275 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 23,84$$

b. Absorbansi U2 = 1,606

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,606 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,606 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 16,73$$

c. Absorbansi U3 = 1,761

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,761 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,761 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 18,37$$

d. Absorbansi U4 = 1,850

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,850 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,850 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 19,32$$

e. Absorbansi U5 = 1,703

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,703 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,703 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 17,76$$

$$1,591 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,591 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 16,57$$

b. Absorbansi U2 = 1,721

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,721 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,721 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 17,95$$

c. Absorbansi U3 = 1,113

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$2,051 = 0,0941x + 0,032$$

$$2,051 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 11,49$$

d. Absorbansi U4 = 1,694

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,694 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,694 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 17,65$$

e. Absorbansi U5 = 1,663

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,663 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,663 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 17,02$$

## PAPARAN 20 MENIT

### 1. Hari Ke-0

a. Absorbansi U1 = 2,298

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$2,298 = 0,0941x + 0,032$$

$$2,298 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 24,08$$

b. Absorbansi U2 = 2,383

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$2,383 = 0,0941x + 0,032$$

$$2,383 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 24,98$$

c. Absorbansi U3 = 2,414

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$2,414 = 0,0941x + 0,032$$

$$2,414 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 25,31$$

d. Absorbansi U4 = 2,126

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$2,126 = 0,0941x + 0,032$$

$$2,126 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 22,26$$

e. Absorbansi U5 = 1,402

### 3. Hari Ke-8

a. Absorbansi U1 = 1,154

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,154 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,154 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 11,92$$

b. Absorbansi U2 = 1,538

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,538 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,538 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 16,00$$

c. Absorbansi U3 = 1,634

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,634 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,634 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 17,02$$

d. Absorbansi U4 = 1,458

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,458 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,458 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 15,15$$

e. Absorbansi U5 = 1,590

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,402 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,402 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 14,56$$

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,590 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,590 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 16,55$$

2. Hari Ke-4

- a. Absorbansi U1 = 1,580  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,580 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,580 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 16,45$
- b. Absorbansi U2 = 1,950  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,950 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,950 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 20,38$
- c. Absorbansi U3 = 2,039  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,039 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,039 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 21,33$
- d. Absorbansi U4 = 1,634  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,634 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,634 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 17,02$
- e. Absorbansi U5 = 1,584  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,584 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,584 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 16,49$

4. Hari Ke-12

- a. Absorbansi U1 = 1,299  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,299 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,299 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 13,46$
- b. Absorbansi U2 = 1,184  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,184 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,184 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 12,24$
- c. Absorbansi U3 = 2,132  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,132 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,132 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 22,32$
- d. Absorbansi U4 = 1,366  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,366 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,366 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 14,17$
- e. Absorbansi U5 = 1,317  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,317 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,317 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 13,65$

**PAPARAN 30 MENIT**

1. Hari Ke-0

- a. Absorbansi U1 = 1,437  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,437 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,437 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 14,93$
- b. Absorbansi U2 = 2,445  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,445 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,445 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 25,64$
- c. Absorbansi U3 = 1,878  
 $y = 0,0941x + 0,032$

3. Hari Ke-8

- a. Absorbansi U1 = 1,321  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,321 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,321 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 13,69$
- b. Absorbansi U2 = 1,418  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,418 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,418 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 14,72$
- c. Absorbansi U3 = 1,586  
 $y = 0,0941x + 0,032$

$$1,878 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,878 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 19,62$$

d. Absorbansi U4 = 1,773

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,773 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,773 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 18,49$$

e. Absorbansi U5 = 2,352

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$2,352 = 0,0941x + 0,032$$

$$2,352 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 24,65$$

2. Hari Ke-4

a. Absorbansi U1 = 1,704

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,704 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,704 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 17,76$$

b. Absorbansi U2 = 1,744

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,744 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,744 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 18,19$$

c. Absorbansi U3 = 1,664

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,664 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,664 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 17,34$$

d. Absorbansi U4 = 1,729

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,729 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,729 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 18,03$$

e. Absorbansi U5 = 1,699

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,699 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,699 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 17,72$$

$$1,586 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,586 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 16,51$$

d. Absorbansi U4 = 1,504

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,504 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,504 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 15,64$$

e. Absorbansi U5 = 1,477

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,477 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,477 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 15,36$$

4. Hari Ke-12

a. Absorbansi U1 = 1,119

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,119 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,119 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 11,55$$

b. Absorbansi U2 = 0,999

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$0,999 = 0,0941x + 0,032$$

$$0,999 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 10,28$$

c. Absorbansi U3 = 1,382

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,382 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,382 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 14,34$$

d. Absorbansi U4 = 1,825

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,825 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,825 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 19,06$$

e. Absorbansi U5 = 1,831

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,831 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,831 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 19,12$$

**PAPARAN 40 MENIT**

1. Hari Ke-0

a. Absorbansi U1 = 1,990

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,990 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,990 - 0,032 = 0,0941x$$

3. Hari Ke-8

a. Absorbansi U1 = 1,280

$$y = 0,0941x + 0,032$$

$$1,280 = 0,0941x + 0,032$$

$$1,280 - 0,032 = 0,0941x$$

$$x = 20,80$$

b. Absorbansi U2 = 1,253  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,253 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,253 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 12,97$

c. Absorbansi U3 = 1,172  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,172 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,172 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 12,11$

d. Absorbansi U4 = 2,663  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,663 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,663 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 27,96$

e. Absorbansi U5 = 2,751  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,751 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,751 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 28,89$

2. Hari Ke-4

a. Absorbansi U1 = 1,344  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,344 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,344 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 13,94$

b. Absorbansi U2 = 1,736  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,736 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,736 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 18,10$

c. Absorbansi U3 = 1,430  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,430 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,430 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 14,86$

d. Absorbansi U4 = 1,275  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,275 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,275 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 13,21$

e. Absorbansi U5 = 2,404  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $2,404 = 0,0941x + 0,032$   
 $2,404 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 25,20$

$$x = 13,26$$

b. Absorbansi U2 = 1,054  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,054 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,054 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 10,85$

c. Absorbansi U3 = 1,506  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,506 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,506 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 15,66$

d. Absorbansi U4 = 1,658  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,658 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,658 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 17,27$

e. Absorbansi U5 = 1,665  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,665 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,665 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 17,35$

4. Hari Ke-12

a. Absorbansi U1 = 0,988  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,988 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,988 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 10,16$

b. Absorbansi U2 = 0,979  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $0,979 = 0,0941x + 0,032$   
 $0,979 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 10,07$

c. Absorbansi U3 = 1,506  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,506 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,506 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 15,67$

d. Absorbansi U4 = 1,200  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,200 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,200 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 12,41$

e. Absorbansi U5 = 1,961  
 $y = 0,0941x + 0,032$   
 $1,961 = 0,0941x + 0,032$   
 $1,961 - 0,032 = 0,0941x$   
 $x = 20,49$



### L.3.5 Data Hasil Perhitungan Vitamin C Kelengkeng

Perlakuan		Vitamin C Kelengkeng (mg/ml)					Rata-rata
Paparan (Menit)	Penyimpanan (Hari)	U1	U2	U3	U4	U5	
Kontrol	Ke-0	25,28	24,38	24,31	25,43	22,95	24,47
	Ke-4	16,79	17,86	22,91	21,40	20,34	19,86
	Ke-8	19,10	20,25	14,82	20,57	20,67	19,08
	Ke-12	13,76	16,77	21,45	14,30	17,29	16,71
10	Ke-0	18,37	17,18	27,50	26,89	26,55	23,30
	Ke-4	23,84	16,73	18,37	19,32	17,76	19,20
	Ke-8	11,32	14,91	26,01	15,38	25,66	18,65
	Ke-12	16,57	17,95	11,49	17,65	17,02	16,13
20	Ke-0	24,08	24,98	25,31	22,26	14,56	22,24
	Ke-4	16,45	20,38	21,33	17,02	16,49	18,33
	Ke-8	11,92	16,00	17,02	15,15	16,55	15,33
	Ke-12	13,46	12,24	22,32	14,17	13,65	15,17
30	Ke-0	14,93	25,64	19,62	18,49	24,65	20,67
	Ke-4	17,76	18,19	17,34	18,03	17,72	17,81
	Ke-8	13,69	14,72	16,51	15,64	15,36	15,19
	Ke-12	11,55	10,28	14,34	19,06	19,12	14,87
40	Ke-0	20,80	12,97	12,11	27,96	28,89	20,55
	Ke-4	13,94	18,10	14,86	13,21	25,20	17,06
	Ke-8	13,26	10,85	15,66	17,27	17,35	14,88
	Ke-12	10,16	10,07	15,67	12,41	20,49	13,76

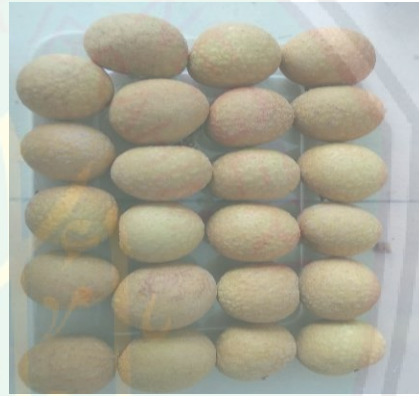
#### Lampiran 4. Dokumentasi Kegiatan



Proses Paparan UV-C



Proses Penyimpanan dalam Kulkas



Kontrol Penyimpanan Hari Ke-0



Kontrol Hari Ke-4



Kontrol Hari Ke-8



Kontrol Hari Ke-12



Paparan Hari Ke-0



Paparan Hari Ke-4



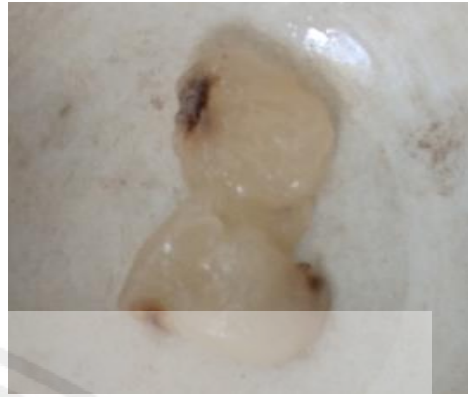
Paparan Hari Ke-8



Paparan Hari Ke-12



Pembusukan Kontrol



Pembusukan Paparan UV-C



Kontrol Hari Ke-0



Kontrol Hari Ke-4



Kontrol Hari Ke-8



Kontrol Hari Ke-12



Paparan Hari Ke-0



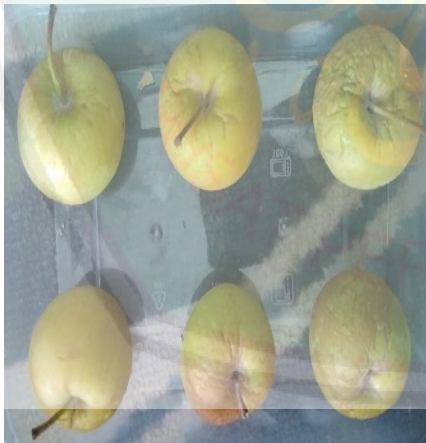
Paparan Hari Ke-4



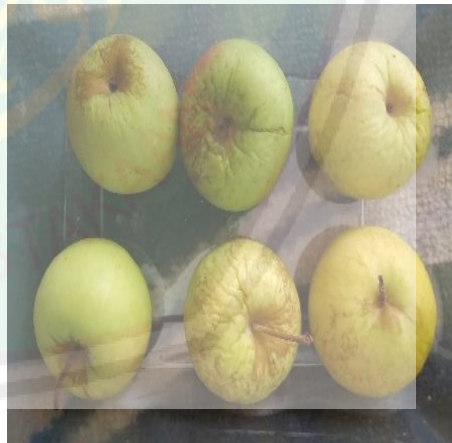
Paparan Hari Ke-8



Paparan 10 Menit Hari Ke-12



Paparan 20 Menit Hari Ke-12



Paparan 30 Menit Hari Ke-12



Paparan 40 Menit Hari Ke-12



Kerusakan saat Paparan 10 Menit



Kerusakan saat Paparan 20 Menit



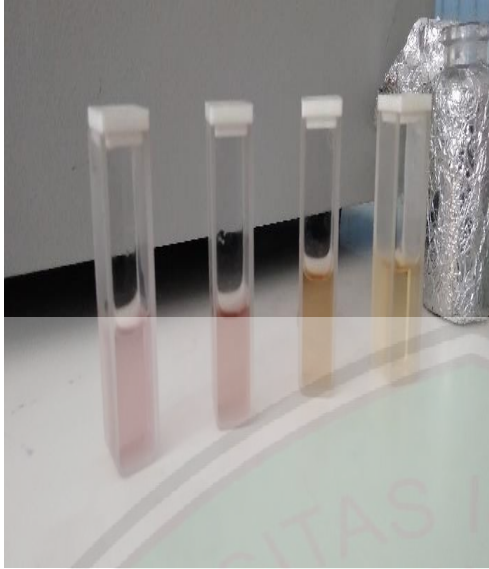
Kerusakan saat Paparan 30 Menit



Kerusakan saat Paparan 40 Menit



Kerusakan tanpa Paparan UV-C



Uji Antioksidan



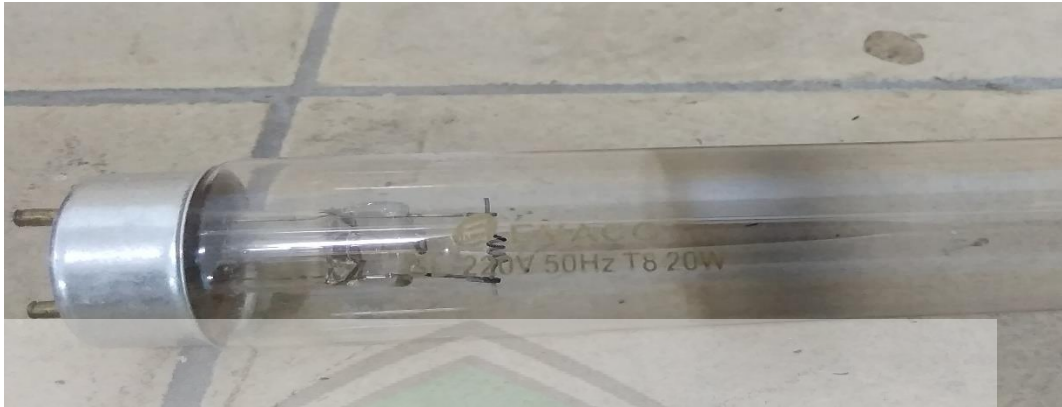
Uji Vitamin C



## 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  
Jl. Gajayana NO.50 Dinoyo Malang (0341)551345 Fax.  
(0341)572533

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : HIDAYATUL MUKAROMAH  
NIM : 16640020  
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika  
Judul Skripsi : Pengaruh Lama Paparan UV-C terhadap Kadar Antioksidan dan Vitamin C pada Buah Kelengkeng dan Apel yang Disimpan Suhu Rendah  
Pembimbing I : Drs. 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	Senin/02 Desember 2019	Konsultasi Bab I, II, dan III	
3	Rabu/04 Desember 2019	Konsultasi Bab I, II, dan III	
4	Rabu/11 Desember 2019	Konsultasi Bab III dan ACC	
5	Selasa/01 September 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
6	Kamis/10 September 2020	Konsultasi Bab IV	
7	Jum'at/11 September 2020	Konsultasi Bab IV dan ACC	
8	Selasa/20 Oktober 2020	Konsultasi Integrasi	
9	Kamis/22 Oktober 2020	Konsultasi Bab V dan Abstrak	
10	Jum'at/23 Oktober 2020	Konsultasi Integrasi dan ACC	
12	Senin/30 Oktober 2020	Konsultasi semua Bab, Abstrak, dan ACC	
13	Selasa/ 24 November 2020	Konsultasi Integrasi dan ACC	
14	Jum'at/ 11 Desember 2020	Konsultasi penulisan semua Bab dan ACC.	

Malang, 14 November 2020

Mengetahui,  
Ketua Jurusan

Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504199003 1 003