

**PENGARUH SINAR UV-C TERHADAP PERUBAHAN MUTU WORTEL
(*Daucus carota L*) SELAMA PENYIMPANAN**

(Skripsi)

Oleh

NESTI KURNIA NINGSIH



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2022**

ABSTRACT

THE EFFECT OF UV-C RAYS ON CHANGES IN THE QUALITY OF CARROT (*Daucus carota L*) DURING STORAGE

By

NESTI KURNIA NINGSIH

Based on the survey result of carrot production, the average carrot production in Lampung Province can reach 16,02 tons/year with a harvested area of 369 hectares (BPS, 2018). Sterilization with UV lamps is an effort to kill and eliminate pathogens or spoilage microbes that cause food spoilage. This sterilization aims to study the effect of UV light on the varying levels of irradiation distance and different irradiation time on 7 carrot quality parameters, namely weight loss, hardness level, moisture content, root growth, physical damage, organoleptic test (level of freshness, texture, and skin appearance) and microbial test. Determine the best treatment to maintain the quality of carrots during storage. This research was conducted using a completely randomized design (CRD) with 2 factors, namely the irradiation distance factor (20 cm, 40 cm, and 60 cm) and the irradiation time (10, 20, and 30 minutes). The data obtained were analyzed by ANOVA test. UV-C irradiation on carrots with variations in the curing distance and irradiation time has an effect on 4 quality parameters of carrots, namely weight loss, root growth, physical damage, and skin appearance. But did not affect the 3 parameters of carrots quality, namely the level of hardness, moisture content, and organoleptic test (level of freshness and texture). Treatment distance of 60 cm irradiation with a long irradiation of 20 minutes was the best storage treatment because it was able to suppress weight loss by 12,84%,

root growth with an average value of 11,11 %, physical damage 6,48%, and gave the best assessment on the appearance of the skin with the average value was 2,32 (scale 5) for 10 days of storage.

Keywords: Carrots, UV-C rays, irradiation time, irradiation distance, radiation

ABSTRAK

PENGARUH SINAR UV-C TERHADAP PERUBAHAN MUTU WORTEL (*Daucus carota L*) SELAMA PENYIMPANAN

Oleh

NESTI KURNIA NINGSIH

Berdasarkan survey produksi tanaman wortel rata-rata hasil produksi di Provinsi Lampung dapat mencapai 16,02 ton/tahun dengan luas lahan panen sebesar 369 Ha (BPS, 2018). Sterilisasi dengan lampu UV merupakan upaya yang dilakukan untuk membunuh dan menghilangkan patogen atau mikroba pembusuk yang menjadi penyebab kerusakan bahan pangan. Sterilisasi ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh sinar UV-C pada tingkat variasi jarak penyinaran dan lama penyinaran yang berbeda terhadap 7 parameter mutu wortel yaitu susut bobot, tingkat kekerasan, kadar air, pertumbuhan akar, kerusakan fisik, uji organoleptik (tingkat kesegaran, tekstur, dan penampakan kulit) dan uji mikroba, serta menentukan perlakuan terbaik untuk mempertahankan mutu wortel selama penyimpanan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor yaitu jarak penyinaran (20 cm, 40 cm, dan 60 cm) dan lama penyinaran (10, 20, dan 30 menit) selama 10 hari penyimpanan, data yang diperoleh dianalisis dengan uji ANOVA. Penyinaran UV-C pada wortel dengan variasi faktor jarak penyinaran dan lama penyinaran memberikan pengaruh terhadap 4 parameter mutu wortel yaitu susut bobot, pertumbuhan akar, kerusakan fisik, dan penampakan kulit. Namun tidak memberikan pengaruh terhadap 3 parameter mutu wortel yaitu tingkat kekerasan, kadar air, dan uji

organoleptik (tingkat kesegaran dan tekstur). Perlakuan jarak penyinaran 60 cm dengan lama penyinaran 20 menit merupakan perlakuan penyimpanan yang terbaik karena mampu menekan susut bobot sebesar 12,84 %, pertumbuhan akar dengan nilai rata-rata 11,11 %, kerusakan fisik 6,48%, dan memberikan penilaian terbaik panelis pada penampakan kulit dengan nilai rata-rata 2,33 (skala 5) selama 10 hari penyimpanan.

Kata kunci: Wortel, sinar UV-C, jarak penyinaran, lama penyinaran, penyinaran.

**PENGARUH SINAR UV-C TERHADAP PERUBAHAN MUTU WORTEL
(*Daucus carota L*) SELAMA PENYIMPANAN**

**Oleh
NESTI KURNIA NINGSIH**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

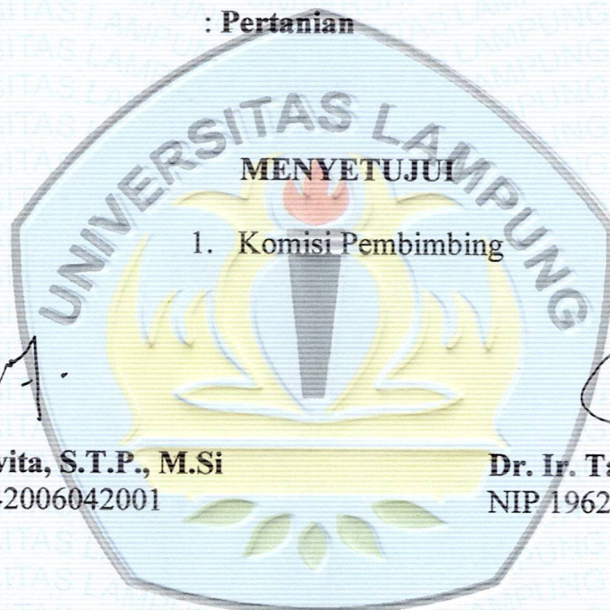
Judul Skripsi : **PENGARUH SINAR UV-C TERHADAP PERUBAHAN MUTU WORTEL (*Daucus carota L*) SELAMA PENYIMPANAN**

Nama Mahasiswa : **Nesti Kurnia Ningsih**

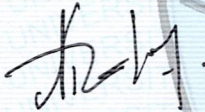
Nomor Induk Mahasiswa : **1714071055**

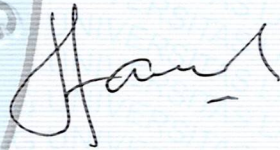
Program Studi : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**

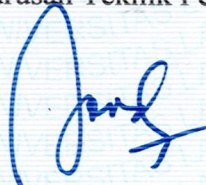


1. Komisi Pembimbing


Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si
NIP 198209242006042001


Dr. Ir. Tamrin, M.S.
NIP 196212311987031030

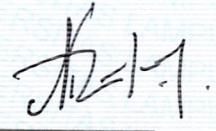
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian


Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP 196210101989021002

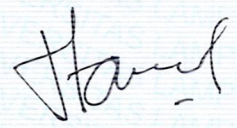
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

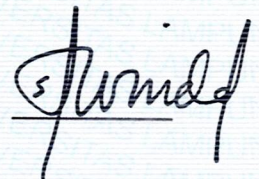
Ketua : **Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.**



Sekretaris : **Dr. Ir. Tamrin, M.S.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Winda Rahmawati, S.TP., M.Si., M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **7 Juni 2022**

PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya adalah Nesti Kurnia Ningsih, NPM 1714071055. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang saya tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing 1) **Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.** dan 2) **Dr. Ir. Tamrin, M.S.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 09-06-2022
Yang membuat pernyataan



(Nesti Kurnia Ningsih)
NPM 1714071055

**“Ku persembahkan karya ini kepada kedua orang tuaku tersayang,
Bapak Slamet dan Ibu Susilo Wati yang selalu memberikan doa,
semangat dan dukungannya”**

Serta

**“Kepada Almamater Tercinta”
Fakultas Petanian
Universitas Lampung
Jurusan Teknik Pertanian Angkatan 2017**

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Tegalsari, Kec. Gadingrejo, Pringsewu pada tanggal 16 Juni 1999, sebagai anak tunggal dari pasangan Bapak Slamet dan Ibu Susilo Wati. Penulis menempuh Sekolah Dasar di SDN 1 Tegalsari pada tahun 2005 sampai dengan tahun 2011. Penulis menyelesaikan Pendidikan Menengah Pertama di SMPN 1 Gadingrejo pada tahun 2014. Penulis kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Gadingrejo dan lulus pada tahun 2017. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2017. Selama menjadi mahasiswa penulis menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Kimia Dasar.

Pada tahun 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Unggak, Kec, Kelumbayan Kab. Tanggamus selama 40 hari mulai tanggal 2 Januari sampai dengan 9 Februari 2020. Penulis melaksanakan Praktik Umum di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (LPTPH) Gadingrejo Kab. Pringsewu selama 30 hari kerja yang di mulai pada tanggal 29 Juni 2020 sampai dengan 7 Agustus 2020.

SANWACANA

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan berkat rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Sinar UV-C terhadap Perubahan Mutu Wortel (*Daucus carota L*) selama Penyimpanan”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis memahami dalam menyusun skripsi ini banyak rintangan dan tantangan, suka duka serta pembelajaran yang didapat. Berkat ketulusan doa, semangat, motivasi dan dukungan orang tua serta berbagai pihak penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si, Selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Ibu Dwi Dian Novita, S.TP., M.Si., selaku pembimbing utama dan Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dukungan, dan saran sebagai perbaikan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dukugan, dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Winda Rahmawati, S.TP., M.Si., M.Sc., selaku pembahas yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dukugan, dan saran sebagai perbaikan untuk menyelesaikan skripsi ini.

7. Orang tua saya Bapak Slamet, Ibu Susilo Wati, dan Mas Hanizar serta keluarga besar yang telah memberikan doa, kasih sayang serta dukungan moral dan material dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Keluarga besar Teknik Pertanian Universitas Lampung angkatan 2017 atas segala bantuan, dukungan, semangat, motivasi, dan sarannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, 9 Juni 2022

Penulis,

Nesti Kurnia Ningsih

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Hipotesis	6
1.6 Batasan Masalah	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Wortel.....	7
2.2 Sterilisasi.....	12
2.3 Radiasi Sinar Ultraviolet (UV)	13
2.4 Mikroorganisme	15
2.5 Susut Bobot.....	17
2.6 Kadar Air	18
2.7 Kerusakan Fisik	20
2.8 Tingkat Kesegeran	21
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.3 Metode Penelitian	22
3.4 Prosedur Penelitian	24
3.4.1 Deskripsi Alat dan Penyinaran.....	24
3.4.2 Persiapan Bahan.....	24
3.4.3 Diagram Alir	26
3.5 Parameter Pengamatan.....	27
3.5.1 Susut Bobot.....	27
3.5.2 Kerusakan Fisik	27
3.5.3 Uji Tingkat Kesegeran	28
3.5.4 Pertumbuhan Akar	28
3.5.5 Kadar Air	29

3.5.6 Uji Kekerasan.....	29
3.5.7 Analisa Total Mikroba	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Susut Bobot.....	31
4.2 Tingkat Kekerasan	34
4.3 Kadar Air	36
4.4 Pertumbuhan Akar	39
4.5 Kerusakan Fisik	42
4.6 Uji Organoleptik	45
4.6.1 Tingkat Kesegaran	45
4.6.2 Tekstur	48
4.6.3 Penampakan Kulit.....	50
4.7 Uji Mikroba.....	53
V. KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	63
Tabel 23 – 34	64
Gambar 16 – 50.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Klasifikasi Tanaman Wortel	7
2.	Kandungan Gizi Tanaman Wortel	10
3.	Klasifikasi Bakteri <i>Erwinia carotovora</i>	17
4.	Rancangan Percobaan Penelitian	23
5.	Parameter Penilaian Uji Organoleptik	28
6.	Uji ANOVA Pengaruh Jarak penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Susut Bobot Wortel	33
7.	Uji Lanjut Duncan Pengaruh Jarak Penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Susut Bobot Wortel	33
8.	Uji ANOVA Pengaruh Jarak penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Tingkat Kesegaran Wortel.....	36
9.	Uji Lanjut Duncan Pengaruh Jarak Penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Tingkat Kesegaran Wortel.....	36
10.	Uji ANOVA Pengaruh Jarak penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Kadar Air Wortel.....	38
11.	Uji Lanjut Duncan Pengaruh Jarak Penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Kadar Air Wortel.....	38
12.	Uji ANOVA Pengaruh Jarak penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Pertumbuhan Akar Wortel.....	41
13.	Uji Lanjut Duncan Pengaruh Jarak Penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Pertumbuhan Akar Wortel.....	41
14.	Uji ANOVA Pengaruh Jarak penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Kerusakan Fisik Wortel.....	44
15.	Uji Lanjut Duncan Pengaruh Jarak Penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Kerusakan Fisik Wortel.....	44

16. Uji ANOVA Pengaruh Jarak penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Tingkat Kesegaran Wortel.....	47
17. Uji Lanjut Duncan Pengaruh Jarak Penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Tingkat Kesegaran Wortel.....	47
18. Uji ANOVA Pengaruh Jarak penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Tekstur Wortel.....	49
19. Uji Lanjut Duncan Pengaruh Jarak Penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Tekstur Wortel.....	50
20. Uji ANOVA Pengaruh Jarak penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Penampakan Kulit Wortel	52
21. Uji Lanjut Duncan Pengaruh Jarak Penyinaran dan Lama Penyinaran UV-C terhadap Penampakan Kulit Wortel	53
22. Hasil Uji Pengaruh Jarak Penyinaran dan Lama Penyinaran terhadap Pertumbuhan Mikroba pada Wortel Selama Penyimpanan	54

Lampiran

24. Data Susut Bobot Wortel Selama Penyimpanan.....	64
25. Data Kekerasan Wortel Selama Penyimpanan.....	65
26. Data Kadar Air Wortel Selama Penyimpanan	66
27. Data Pertumbuhan Akar Wortel Selama Penyimpanan	67
28. Data Kerusakan Fisik Wortel Selama Penyimpanan	68
29. Data Uji Organoleptik Tingkat Kesegaran Wortel Selama Penyimpanan..	69
30. Data Uji Organoleptik Tekstur Wortel Selama Penyimpanan	70
31. Data Uji Organoleptik Penampakan Kulit Wortel Selama Penyimpanan...	71
32. Data Uji Mikroba Wortel Selama Penyimpanan	72
33. Suhu dan Rh Ruang Penyimpanan Wortel.....	72
34. Ringkasan Hasil Uji Lanjut Duncan	73
35. Perengkingan Hasil Uji Lanjut Duncan	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar	<i>Teks</i>	Halaman
1. Tanaman wortel		7
2. Bentuk berbagai jenis varietas wortel		12
3. Lampu UV		13
4. Spektrum gelombang elektromagneti		14
5. Contoh busuk lunak pada tanaman wortel		16
6. Diagram Alir Penelitian		26
7. Grafik persentase susut bobot wortel		31
8. Grafik tingkat kekerasan wortel		34
9. Grafik persentase kadar air wortel		37
10. Grafik persentase pertumbuhan akar wortel		40
11. Grafik persentase kerusakan fisik wortel		43
12. Grafik tingkat kesegaran wortel		46
13. Grafik tekstur wortel		48
14. Grafik penampakan kulit wortel		51

Lampiran

15. Langkah – langkah pembuatan media PCA (<i>Plate Count Agar</i>) Uji Mikroba Wortel	83
16. Termohigrometer	84
17. Sortasi dan granding	84

18. Pemotongan tangkai wortel.....	84
19. Pembersihan wortel dengan tissue	85
20. Proses penyinaran	85
21. Proses <i>wreapping</i>	85
22. Tata letak penyimpanan wortel	86
23. Pengukuran susut bobot wortel	86
24. Pengukuran tingkat kekerasan	86
25. Penimbangan cawan.....	87
26. Pengukuran kadar air	87
27. Proses pengovenan sampel kadar air wortel	87
28. Pengamatan pertumbuhan akar wortel	88
29. Pengamatan kerusakan fisik wortel.....	88
30. Penilaian uji organoleptic oleh panelis	88
31. Penyimpanan wortel H – 0	89
32. Penyimpanan wortel H – 2	90
33. Penyimpanan wortel H – 4	91
34. Penyimpanan wortel H – 6	92
35. Penyimpanan wortel H – 8	93
36. Penyimpanan wortel H – 10	94
37. Tahap pertumbuhan mikroba	95
38. Contoh koloni uji mikroba wortel pada perlakuan J_1L_1	96
39. Contoh koloni uji mikroba wortel pada perlakuan J_1L_2	96
40. Contoh koloni uji mikroba wortel pada perlakuan J_1L_3	96
41. Contoh koloni uji mikroba wortel pada perlakuan J_2L_1	97
42. Contoh koloni uji mikroba wortel pada perlakuan J_2L_2	97
43. Contoh koloni uji mikroba wortel pada perlakuan J_2L_3	97
44. Contoh koloni uji mikroba wortel pada perlakuan J_3L_1	98
45. Contoh koloni uji mikroba wortel pada perlakuan J_3L_2	98
46. Contoh koloni uji mikroba wortel pada perlakuan J_3L_3	98
47. Contoh koloni uji mikroba wortel tanpa perlakuan (Kontrol)	99

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wortel (*Daucus carota L.*) adalah tumbuhan jenis sayuran umbi yang biasanya berwarna kuning kemerahan atau jingga kekuningan dengan tekstur serupa dengan kayu. Tanaman ini menyimpan cadangan makanan di bawah umbi, batangnya pendek, memiliki akar tunggang yang bentuk dan fungsinya berubah menjadi umbi bulat dan panjang. Wortel memiliki umbi yang berwarna kuning kemerah-merahan, karena mengandung betakaroten dan flavonoid yang bersifat sebagai antioksidan yang bermanfaat bagi tubuh (Lesmana, 2015).

Wortel mengandung air, protein, karbohidrat, lemak, serat, abu, nutrisi anti kanker, gula alami, pektin, glutanion, mineral, vitamin, serta asparagine yang memberikan manfaat baik untuk kesehatan tubuh (Gibson, 2005). Wortel merupakan tanaman yang dapat ditanam sepanjang tahun. Berdasarkan hasil survey pertanian produksi tanaman sayuran di Indonesia, luas area panan wortel nasional adalah mencapai 13.398 hektar, yang tersebar di 16 provinsi. Produksi wortel setiap tahunnya mengalami peningkatan seperti ada tahun 2014 sebesar 495.798 ton, pada tahun 2015 sebesar 522.520 ton, pada tahun 2016 sebesar 537.521 ton, pada tahun 2017 sebesar 537.341 ton, dan pada tahun 2018 sebesar 609.630 ton. Sedangkan rata-rata hasil produksi wortel di Provinsi Lampung dapat mencapai 16,02 ton/tahun dengan luas lahan panen sebesar 369 Ha (BPS, 2018).

Petani di Provinsi Lampung menjual sebagian besar hasil panen wortelnya ke luar daerah, yaitu ke Palembang, Banten dan Jakarta. Selama proses pendistribusian berlangsung perlu dilakukan penanganan pasca panen yang baik dan efektif untuk mempertahankan kualitas dan mutu wortel hingga sampai ke tangan konsumen. Penanganan pasca panen produk hortikultura yang baik dapat meperpanjang umur

simpan, mencegah kerusakan akibat mekanis, mencegah kerusakan akibat fisiologis serta dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk selama pendistribusian dan penyimpanan.

Mutu eksternal merupakan faktor penting bagi konsumen dalam membeli buah dan sayur. Kualitas penampilan merupakan aspek yang diutamakan konsumen. Kesegaran merupakan salah satu identifikasi mutu yang sering digunakan dalam pemilihan sayur-sayuran dan buah-buahan, selain itu juga konsumen tertarik untuk menilai komoditi pada aspek kualitas ketahanan simpan yang panjang dan tingkat sesegarannya (Noor, 2008). Buah dan sayuran yang segar dapat dilihat dari tekstur, rasa, bau, warna yang khas, dan kandungan gizinya (Bambang, 2002).

Kerusakan-kerusakan komoditi hortikultura dapat terjadi apabila penanganan pasca panen yang dilakukan kurang baik. Banyak ditemukan persoalan-persoalan terkait dengan membusuknya hasil-hasil pertanian akibat perkembangan mikroorganisme yang menyebabkan kerugian yang besar bagi para petani. Resiko rusaknya hasil pertanian banyak terjadi pada saat komoditi hortikultura tersebut di distribusikan dan pada saat penyimpanan. Apabila persoalan ini tidak dapat ditangani dengan serius, maka akan menyebabkan dampak yang kurang baik terhadap kualitas produk dan menurunnya harga jual produk. Salah satu metode yang digunakan untuk menjaga kualitas dan mutu produk adalah sterilisasi dengan penyinaran UV, sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk tanpa menggunakan bahan kimia (Pujimulyani, 2009).

Sterilisasi merupakan upaya yang dilakukan untuk membunuh dan menghilangkan patogen atau mikroba pembusuk yang menjadi penyebab kerusakan bahan pangan. Salah satu cara sterilisasi yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan lampu UV. Sterilisasi ini bertujuan untuk memperpanjang umur simpan sehingga bahan pangan lebih awet. Penggunaan sinar UV-C pada intensitas rendah (254 nm) dapat menghambat perkembangan patogen dan mengurangi kerusakan yang terdapat pada sayuran dan buah-buahan setelah panen (Serrano, 2010).

Metode sterilisasi sinar UV lebih baik digunakan dibandingkan dengan penggunaan bahan kimia sebagai pengawet komoditi hortikultura. Penggunaan bahan kimia secara berlebihan pada bahan pangan akan menimbulkan efek yang kurang baik pada tubuh. Penyinaran menggunakan sinar UV lebih efisien digunakan karena radiasi UV dapat menghambat atau membunuh mikroorganisme tanpa meninggalkan residu kimia. Radiasi sinar ultraviolet dapat membunuh bakteri dengan panjang gelombang antara 220-290 nm dan radiasi yang paling efektif adalah 253,7 nm (Waluyo, 2010).

Sinar UV merupakan salah satu sinar dengan daya radiasi yang dapat bersifat letal bagi mikroorganisme. Salah satu sifat sinar UV adalah daya penetrasi yang sangat rendah, selapis kaca tipis pun sudah mampu menahan sebagian besar sinar UV. Untuk memperoleh hasil yang baik bahan-bahan yang akan disterilisasi harus dilewatkan atau diletakan dibawah sinar UV langsung. Oleh karena itu, sinar UV hanya dapat efektif untuk mengendalikan mikroorganisme pada permukaan yang terpapar langsung oleh sinar UV, atau mikroba berada di dekat permukaan medium yang transparan (Ariyadi, 2009).

Menurut hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Setyaning (2012), menunjukkan bahwa penyinaran UV-C selama 10 menit pada buah tomat dapat mempertahankan kekerasan buah tomat lebih lama. Sedangkan menurut Maharaj (2010), pemberian penyinaran UV-C diduga dapat menghambat perombakan pigmen klorofil sehingga dapat menunda munculnya warna merah pada buah tomat. Semakin lama penyinaran UV-C maka pematangan buah semakin dihambat. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian penyinaran UV-C pada wortel yang diharapkan dapat menghambat pematangan atau pembusukan pada wortel.

1.2 Rumusan Masalah

Wortel merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang mengandung kadar air yang cukup tinggi yaitu sekitar 88,6 % . Wortel banyak mengandung vitamin A yang baik untuk kesehatan mata, selain itu wortel juga mengandung vitamin

B1, B2, B3, B6, B9, C, kalsium, zat besi, magnesium, fosfor, kalium, dan sodium. Kandungan air yang tinggi membuat wortel mudah terserang berbagai penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme. Salah satu bakteri atau penyakit yang menyerang wortel adalah *Erwina carotovora*. Bakteri ini menyebabkan wortel menjadi busuk lunak, berwarna coklat atau kehitaman pada daun, batang, dan umbi. Penyakit ini biasanya muncul pada saat wortel ditanam dan akan berlanjut sampai proses penyimpanan wortel (Avandy, 2011).

Umumnya kerusakan pada bahan terjadi saat proses penanganan pasca panen. Bahan yang telah rusak akan menyebabkan tempat bertumbuhnya mikroba dan dapat menjadi sumber kontaminasi yang berbahaya bagi bahan yang masih segar. Food and Drug Administration (FDA) USA menyetujui penggunaan radiasi sinar ultraviolet sebagai desinfektan, khususnya untuk perlakuan pasca panen yang digunakan pada permukaan produk pangan. Penyinaran menggunakan sinar UV-C akan sangat efektif membasmi unsur patogen pada produk segar dibandingkan menggunakan desinfektan yang umum digunakan seperti *chlorine* atau *ozone*. Radiasi sinar ultraviolet dapat membunuh bakteri dengan panjang gelombang antara 220-290 nm dan radiasi yang paling efektif adalah 253,7 nm (Waluyo, 2010).

Menurut Sulantri dkk (2017), efektifitas sinar UV terhadap daya bunuh bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu luas ruangan, intensitas cahaya yang digunakan, jarak sumber cahaya terhadap bakteri, lama waktu penyinaran, dan jenis bakteri itu sendiri. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terkait dengan pemberian dosis atau variasi jarak penyinaran dan lama waktu penyinaran yang berbeda untuk menyinari bahan agar mendapatkan jarak penyinaran dan lama waktu penyinaran yang baik sehingga tidak merusak kualitas bahan ketika disimpan. Namun, selama penelitian tersebut dilakukan sampel yang digunakan juga akan rentan terkontaminasi bakteri lain akibat tidak adanya perlakuan khusus. Sehingga perlu dilakukan modifikasi dengan menambahkan plastik *wrapping* sebagai pelapis atau penutup untuk menghindari terjadinya kontaminasi pada sampel. Plastik *wrapping* berfungsi untuk menghindari bakteri dan kotoran sehingga melindungi produk selama penyimpanan (Morgan, 2009).

Menurut Maharaj (2010), susut berat pada buah tomat yang diberi penyinaran UV-C selama 10 menit lebih rendah dibandingkan kontrol. Penurunan susut berat tomat akibat penyinaran UV-C dipengaruhi oleh permeabilitas jaringan buah. Ruang antar sel kulit buah tomat yang diberi penyinaran UV-C selama 10 menit lebih rapat sehingga kehilangan air yang terjadi lebih sedikit dibandingkan kontrol. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian penyinaran UV-C pada wortel yang bertujuan untuk menghambat kerusakan dan menjaga mutu wortel selama penyimpanan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mempelajari pengaruh sinar UV-C pada tingkat variasi jarak penyinaran dan lama penyinaran yang berbeda terhadap 7 parameter mutu wortel selama penyimpanan yaitu susut bobot, tingkat kekerasan, kadar air, pertumbuhan akar, kerusakan fisik, uji organoleptik (tingkat kesegaran, tekstur, dan penampakan kulit), dan uji mikroba.
2. Menentukan perlakuan terbaik untuk mempertahankan mutu wortel selama penyimpanan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pengetahuan kepada masyarakat atau khususnya kepada para petani, pengepul, dan pedagang wortel terkait dengan pengaruh proses sterilisasi dengan lampu UV-C terhadap kualitas wortel selama penyimpanan sehingga diperoleh perlakuan yang tepat untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan mutu wortel.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu penyinaran sinar UV-C dengan perlakuan jarak penyinaran dan lama penyinaran berpengaruh terhadap perubahan mutu wortel selama penyimpanan.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menggunakan wortel tipe imperator dengan panjang 20 – 25 cm.
2. Menggunakan kotak sterilisasi yang dilapisi aluminium foil dengan ukuran 130 cm x 40 cm x 70 cm.
3. Menggunakan Lampu UV 30 watt merk Philips.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Wortel



Gambar 1. Tanaman Wortel (*Daucus carota L*)
(Sumber : Makmun, 2007)

Tanaman wortel (*Daucus carota L*) berasal dari Asia Timur dan Asia Tengah yang beriklim sedang (sub-tropis). Tanaman ini ditemukan tumbuh liar sekitar 6.500 tahun yang lalu. Menurut Nikola Ivanovich Vavilov, seorang ahli botani Soviet memastikan daerah asal tanaman wortel adalah kawasan Asia Timut (Traucaucasia, Iran, dan dataran tinggi Tutkmenistan). Di samping itu, wortel ditemukan tumbuh liar dikawasan Asia Tengah yang mencakup wilayah bagian barat laut India (Punjab, Kashmir), Afganistan, Tajkistan, dan bagian barat Tian-shan. Di Indonesia budidaya tanaman wortel pada mulanya hanya berkonsentrasi di daerah Lembang dan Cipanas (Jawa Barat). Namun dalam perkembangannya menyebar luas ke daerah-daerah sentra sayuran di Jawa dan luar Jawa (Rukmana, 1995).

Berdasarkan hasil survey pertanian produksi tanaman sayuran di Indonesia (BPS, 2011) luas areal panen wortel nasional mencapai 27.149 hektar yang tersebar di

21 provinsi di Indonesia yaitu Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Banten, Bali, Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Utara, Sulawesi tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Maluku, Papua Barat, dan Papua.

Tanaman Wortel adalah tumbuhan jenis sayuran umbi yang biasanya berwarna kuning kemerahan atau jingga kekuningan dengan tekstur serupa kayu. Bagian yang dapat dimakan dari wortel adalah bagian umbi atau akarnya. Cadangan makanan tanaman ini disimpan di dalam umbi. Kulit wortel tipis dan jika dimakan mentah teksturnya renyah dan sedikit manis (Makmun, 2007). Dalam taksonomi dan morfologi tumbuhan, wortel dapat di klasifikasikan sebagai berikut.

Tabel 1. Klasifikasi Tanaman Wortel

Kingdom	Plantae
Divisi	Spermathophyta
Sub Divisi	Angiospermae
Kelas	Dicotyledonae
Ordo	Umbelliferales
Famili	Umbelliferae (Apiaceae)
Genus	Daucus
Spesies	<i>Daucus carota L</i>

Susunan tubuh tanaman wortel terdiri dari daun dan tangkainya, batang dan akar. Secara keseluruhan wortel merupakan tanaman setahun yang dapat tumbuh hingga 30-100 cm (Keliat, 2008).

1. Daun

Daun wortel bersifat majemuk menyirip ganda dua atau tiga, anak-anak daun berbentuk lanset (garis-garis). Setiap tanaman memiliki 5-7 tangkai daun yang berukuran agak panjang, tangkai daun kaku dan tebal dengan permukaan yang halus, sedangkan helaian daun lemas dan tipis (Keliat, 2008).

2. Batang

Batang tanaman wortel sangat pendek sehingga hampir tidak tampak, batang berbentuk bulat, tidak berkayu, agak keras, dan berdiameter kecil (sekitar 1-1,5 cm). pada umumnya batang berwarna hijau tua. Batang tanaman tidak bercabang, namun ditumbuhi oleh tangkai daun yang berukuran panjang, sehingga terlihat seperti bercabang (Keliat, 2008).

3. Akar

Tanaman wortel memiliki system perakaran tunggang dan serabut. Dalam pertumbuhannya akar tunggang akan mengalami perubahan bentuk dan fungsi menjadi tempat penyimpanan cadangan makanan. Bentuk akar akan berubah menjadi besar dan bulat memanjang, hingga mencapai diameter 6 cm dan panjang mencapai 30 cm, tergantung varietasnya. Akar tunggang yang telah berubah bentuk dan fungsi inilah yang sering disebut umbi wortel (Keliat, 2008).

4. Bunga

Bunga tanaman wortel tumbuh pada ujung tanaman, berbentuk payung berganda, dan berwarna putih atau merah jambu agak pucat. Bunga memiliki tangkai yang pendek atau tebal. Kuntum-kuntum bunga terletak pada bagian yang sama. Bunga wortel yang telah mengalami penyerbukan akan menghasilkan buah dan biji-biji yang berukuran kecil dan berbulu (Keliat, 2008).

5. Umbi

Wortel merupakan tanaman sayuran umbi semusim, berbentuk semak yang dapat tumbuh sepanjang tahun, baik pada musim hujan maupun musim kemarau. Batangnya pendek dan berakar tunggang yang bentuknya berubah menjadi bulat memanjang. Warna umbi kuning kemerah-merahan, mempunyai kandungan karoten A yang sangat tinggi, umbi wortel juga mengandung vitamin B, vitamin C, dan mineral (Pohan, 2008).

Wortel merupakan tanaman khas dataran tinggi, wortel dapat ditanam pada ketinggian 1.200-1.500 mdpl untuk pertumbuhan terbaiknya. Suhu yang cocok untuk tanaman ini berkisar antara 22-24 °C dengan kelembapan dan sinar matahari yang cukup. Tanah yang digunakan untuk menanam wortel adalah tanah yang subur, gembur, dan banyak mengandung humus, tata udara dan tata air yang baik. Wortel sapat tumbuh baik pada pH antara 5,5- 6,5 dan untuk hasil optimum pada pH 6-6,8. Keunggulan tanaman ini yaitu tanaman ini dapat ditanam sepanjang tahun, baik pada musim hujan maupun musim kemarau (Mulyahati, 2005).

Wortel merupakan sayuran yang multi khasiat bagi pelayanan kesehatan masyarakat luas. Di Indonesia wortel dapat diajurkan sebagai bahan pangan potensial untuk mengentaskan masalah penyakit kurang vitamin A karena kandungan karoten (pro vitamin A) pada wortel dapat mencegah penyakit rabun senja (buta ayam) dan masalah kurang gizi. Beta karoten didalam tubuh akan diubah menjadi vitamin A, zat gizi yang sangat penting untuk fungsi retina. Dalam setiap 100 gram wortel mengandung 12.000 S I vitamin A (Khomsan, 2007). Berikut ini adalah kandungan gizi dan kalori umbi wortel segar.

Tabel 2. Komposisi Zat Gizi Wortel per 100 gram Berat Basah.

Komposisi Zat Gizi	Satuan	Jumlah
Energi	Kcal	41
Protein	g	0.93
Lemak	g	0.24
Karbohidrat	g	9.58
Serat	g	2.8
Abu	g	0.97
Gula total	g	4.74
Pati	g	1.43
Air	g	88.29
Mineral		

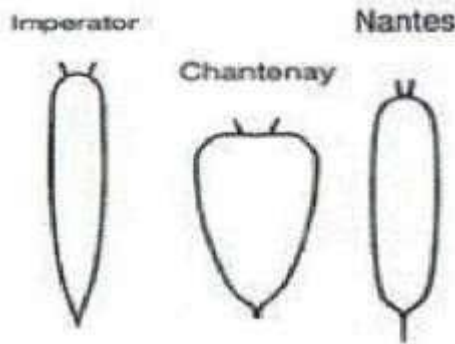
Kalsium	Mg	33
Besi	mg	0.30
Magnesium	mg	12
Fosfor	mg	35
Kalium	mg	320
Natrium	mg	69
Seng	mg	0.24
Tembaga	mg	0.045
Mangan	mg	0.143
Flour	mcg	3.2
Selenium	mcg	0.1
Vitamin		
Vitamin C	Mg	5.9
Thiamin	Mg	0.066
Riboflavin	Mg	0.058
Niacin	Mg	0.983
Panhotenic acid	mg	0.273
Vitamin B-6	mg	0.138
Folate	mcg	19
Kolin	mg	8.8
Aktivitas Vitamin A, IU	IU	16706
Aktivitas Vitamin A	mcg-RAE	835
Vitamin E	mg	0.66
Tocoperol, beta	mg	0.01
Vitamin K	mcg	13.2
Lainnya		
Karoten, beta	Mcg	8285
Karoten, alfa	mcg	3477
Lycopene	mcg	1
Lutein+zeaxanthin	mcg	256

Sumber: USDA National Nutrient Database for Standard Reference (2007).

Menurut Rini (2010), varietas-varietas wortel terbagi menjadi tiga kelompok yang didasarkan pada bentuk umbi, yaitu tipe Imperator, Chantenay, dan Nantes.

- a. Tipe Imperator memiliki umbi berbentuk bulat panjang dengan ujung runcing (menyerupai kerucut), panjang umbi sekitar 20-30 cm, dan rasa yang kurang manis sehingga kurang disukai oleh konsumen.
- b. Tipe Chantenay memiliki umbi berbentuk bulat panjang dengan ujung tumpul, panjang umbi sekitar 10-15 cm, dan rasa yang manis sehingga disukai oleh konsumen.

- c. Tipe Nantes memiliki umbi berbentuk peralihan antara tipe Imperator dan Chantenay, yaitu bulat pendek dengan ukuran diameter 2-5 cm atau berbentuk bulat agak panjang dengan ukuran panjang sekitar 15-20 cm.



Gambar 2. Bentuk berbagai jenis varietas wortel.
(Sumber : Makmum, 2007).

2.2 Sterilisasi

Mikroorganisme merupakan organisme yang berukuran sangat kecil, mikroorganisme dapat dikendalikan atau dapat dibasmi dengan cara sterilisasi. Sterilisasi merupakan usaha pengurangan mikroorganisme penyebab kerusakan produk. Sterilisasi produk ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi bakteri lain yang bisa mempengaruhi kualitas dan ketahanan produk yang akan diolah, sehingga produk yang dihasilkan terbebas dari mikroba yang bisa membuat pembusukan produk lebih cepat, sehingga membuat produk lebih awet dan umur simpan produk lebih panjang. Sterilisasi dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya yaitu dengan menggunakan sinar UV. Sterilisasi dengan sinar UV dilakukan dengan cara menyinari bahan yang akan di sterilisasi (Thies, 2008).

Sterilisasi adalah cara untuk mendapatkan suatu kondisi bebas mikroba atau setiap proses yang dilakukan baik secara fisika, kimia, dan mekanik untuk membunuh semua bentuk kehidupan terutama mikroorganisme. Sterilisasi dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti merebus, stoom, penyinaran/ pemberian panas, dan menggunakan bahan kimia. Sterilisasi merupakan suatu proses untuk membunuh

semua jasad renik yang ada, sehingga jika ditumbuhkan di dalam suatu medium tidak ada lagi jasad renik yang dapat berkembang biak. Sterilisasi harus dapat membunuh jasad renik yang paling tahan panas yaitu spora bakteri (Fardiaz, 1993).

2.3 Radiasi Sinar Ultraviolet

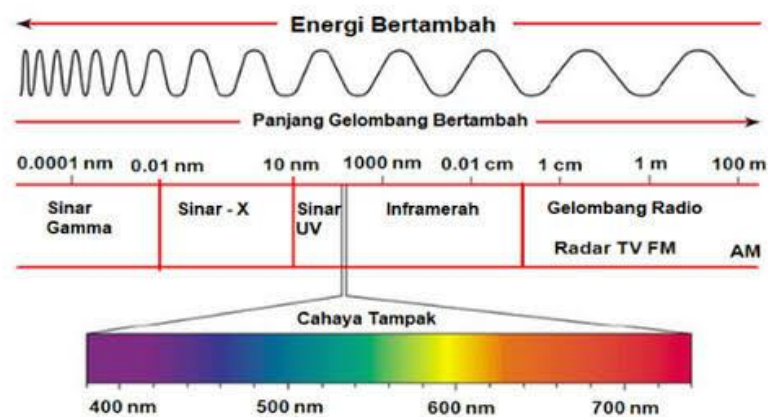
Penggunaan sinar UV-C sudah banyak mendapatkan izin untuk digunakan di berbagai negara. Penggunaan sinar UV-C pada intensitas rendah (254 nm) dapat menghambat perkembangan patogen dan mengurangi kerusakan yang terdapat pada sayuran dan buah-buahan setelah panen. Penyinaran menggunakan lampu UV merupakan salah satu cara sterilisasi yang sering digunakan. Lampu UV bermanfaat untuk membunuh bakteri pada proses pemurnian air minum. Metode sterilisasi menggunakan lampu UV pada pengolahan air minum ini sudah terbukti ampuh dan memberikan manfaat yang baik dan prosesnya pun tergolong sangat mudah. Cahaya sinar UV sangat efektif melakukan deaktivasi mikroorganisme, misalnya pada virus, protozoa, dan bakteri. Lampu UV ini mengirim energi elektromagnetik pada lampu merkuri menuju materi genetik yakni DNA dan RNA. Saat cahaya lampu UV menembus bagian dinding sel lalu melumpuhkan kemampuan dari reproduksi bakteri tersebut. dalam hal ini, cahaya dari lampu UV mengacaukan dan mengganggu rantai DNA/RNA dalam proses duplikasi sel bakteri, dengan begitu mikroorganisme pun menjadi tidak aktif, dan tidak dapat melakukan reproduksi (Serrano, 2010).



Gambar 3. Lampu UV
(Sumber: Kelaspintar.id)

Radiasi sinar UV-C (240 nm – 280 nm) dapat digunakan dalam penanganan pasca panen produk hortikultura. Pada intensitas yang rendah, irradisasi UV-C dapat merangsang reaksi yang bermanfaat pada organ biologi. Sinar UV-C dapat memperpanjang masa hidup setelah panen serta dapat menjaga kualitas buah dan sayur-sayuran di daerah tropis. Hal tersebut dapat menunda proses deteriorasi, penuaan, dan pematangan pada buah. Perlakuan UV-C dapat meningkatkan biosintesis flavonoid sehingga proses deteriorasi dapat dicegah dan kualitas hasil tanaman setelah panen dapat terjaga (Yahia, 2011).

Sinar UV merupakan bagian gelombang elektromagnetik dari energi radiasi matahari pada pita 100-400 nm. Radiasi matahari yang menjangkau permukaan bumi sendiri berada pada sekitar panjang gelombang 100 nm sampai dengan 1nm. Berdasarkan panjang gelombangnya, radiasi UV dibagi menjadi 3 yaitu UV-A, UV-B, dan UV-C. UV-A mempunyai panjang gelombang 380-280 nm, UV-B mempunyai panjang gelombang 315-280 nm, dan UV-C mempunyai panjang gelombang 280-100 nm (Thies, 2008).



Gambar 4. Spektrum gelombang elektromagnetik.
(Sumber :Kelaspintar.id)

Sterilisasi menggunakan sinar UV biasanya digunakan untuk sterilisasi ruangan. Radiasi sinar UV dapat membunuh bakteri dengan panjang gelombang antara 220-290 nm dan radiasi yang paling efektif adalah 253,7 nm. Mekanisme kerjanya yaitu mengabsorpsi asam nukleat tanpa menyebabkan kerusakan pada

permukaan sel. Energy yang diabsopsi ini akan menyebabkan terjadinya ikatan antar molekul-molekul timin yang bersebelahan dan menyebabkan terbentuknya dimer timin sehingga fungsi dari asam nukleat terganggu dan dapat mengakibatkan kematian bakteri (Waluyo, 2010).

Menurut Sulantri dkk (2017), efektifitas sinar UV terhadap daya bunuh bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu luas ruangan, intensitas cahaya yang digunakan, jarak sumber cahaya terhadap bakteri, lama waktu penyinaran, dan jenis bakteri itu sendiri. Faktor penghambat dari sinar ultraviolet adalah daya simpan penetrasi yang lemah. Untuk memperoleh hasil yang baik, maka bahan yang disterilkan harus dilewatkan atau ditempatkan langsung dibawah sinar ultraviolet (Waluyo, 2010).

2.4 Mikroorganisme

Mikroorganisme atau mikroba merupakan organisme yang berukuran sangat kecil (mikroskopik). Mikroorganisme seringkali bersel tunggal (uniseluler) maupun banyak sel (multiseluler). Mikroorganisme terdapat dimana-mana, seperti tanah, debu, udara, air, makanan, minuman ataupun permukaan jaringan tubuh manusia. Keberadaan mikroorganisme tersebut ada yang bermanfaat bagi kehidupan manusia, tapi banyak pula yang merugikan manusia misalnya dapat menimbulkan berbagai penyakit atau bahkan dapat menimbulkan kerusakan akibat kontaminasi (Ariyadi, 2009).

Sayuran dan buah-buahan yang banyak mengandung air dan nutrisi merupakan tempat sangat baik untuk pertumbuhan mikroorganisme. Buah yang telah dipanen sebenarnya telah dihinggapi oleh berbagai macam mikroorganisme.

Mikroorganisme pembusuk dapat berkembang jika kondisinya memungkinkan seperti adanya kerusakan fisik pada sayuran atau buah, kondisi suhu, kelembaban dan faktor-faktor lainnya yang mendukung (Supartha, 2001).

Adanya mikroorganisme pembusuk pada buah dan sayur merupakan faktor pembatas utama di dalam memperpanjang umur simpan buah dan sayuran.

Mikroorganisme pembusuk yang menyebabkan susut pasca panen buah dan sayuran secara umum disebabkan oleh jamur dan bakteri. Infeksi awal dapat terjadi selama pertumbuhan dan perkembangan produk tersebut masih dilapangan akibat adanya kerusakan mekanis selama oprasi pemanenan, atau melalui kerusakan fisiologis akibat dari kondisi penyimpanan yang tidak baik. Pembusukan pada buah-buahan umumnya sebagai akibat infeksi jamur sedangkan pada sayur-sayuran lebih banyak diakibatkan oleh bakteri. Salah satu bakteri penyebab busuk lunak pada wortel adalah *Erwinia carotovora* (Supartha, 2001).



Gambar 5. Contoh busuk lunak pada tanaman wortel.
Sumber: Sarana Agri

Erwina carotova merupakan patogen penyebab penyakit busuk lunak pada wortel. Gejala yang umum pada tanaman wortel adalah busuk lunak, berwarna coklat atau kehitaman, pada daun, batang, dan umbi. Pada bagian yang terinfeksi mula-mula terjadi bercak kebasahan. Bercak membesar dan mengendap (melekuk), bentuknya tidak teratur, berwarna coklat tua kehitaman. Jika kelembaban tinggi maka jaringan yang sakit tampak kebasahan, berwarna krem atau kecoklatan, dan tampak agak berbutir-butir halus. Disekitar bagian yang sakit terjadi pembentukan pigmen coklat tua atau hitam. Jaringan yang membusuk pada mulanya tidak berbau, tetapi dengan adanya serangan bakteri sekunder jaringan tersebut menjadi berbau khas yang mencolok hidung (Avandy, 2011).

Tabel 3. Klasifikasi Bakteri *Erwinia carotovora*

Kingdom	Bacteria
Phylum	Proteobacteria
Class	Gammaproteobacteria
Ordo	Enterobacteriales
Family	Enterobacteriaceae
Genus	Erwinia
Species	<i>Erwinia carotovora</i>

Struktur pathogen bakteri berbentuk batang dengan ukuran (1,5 x 2,0) x (0,6 x 0,9) mikron, umumnya membentuk rangkaian sel-sel seperti rantai, tidak mempunyai kapsul, dan tidak berspora. Bakteri bergerak menggunakan flagella yang terdapat dikelilingi sel bakteri. *Erwinia carotovora* adalah bakteri gram negatif, berbentuk batang yang hidup soliter atau berkelompok dalam pasangan atau rantai. Merupakan bakteri tanpa spora berflagela, bakteri ini termasuk jenis fakultatif anaerob. *Erwinia carotovora* menghabiskan hidupnya pada temperature yang berkisar antara 27-30 °C (Avandy, 2011).

Cara pengendalian bakteri *Erwinia carotovora* ini dapat dilakukan dengan menjaga kebersihan kebun dari sisa-sisa tanaman sakit sebelum penanaman, menanam dengan jarak yang tidak terlalu rapat untuk menghindari kelembaban yang terlalu tinggi terutama dimusim hujan, mengurangi terjadinya luka pada waktu penyimpanan dan pengangkutan dan menyimpan dalam ruangan yang cukup kering, mempunyai ventilasi yang cukup sejuk dan difumigasinya sebelumnya (Avandy, 2011).

2.5 Susut Bobot

Susut bobot merupakan penurunan berat suatu bahan pangan yang disebabkan oleh respirasi atau penguapan kandungan air dalam bahan pangan selama penyimpanan. Menurut Winarno (2002), kehilangan air yang terjadi terus menerus, akan mengakibatkan produk mengalami susut bobot. Penurunan bobot terjadi karena wortel masih melakukan metabolisme selama penyimpanan.

Penurunan bobot terjadi komoditi hortikultura bukan saja diakibatkan oleh terjadinya penguapan air, tetapi disebabkan juga oleh hilangnya gas CO₂ hasil respirasi. Kehilangan air selama penyimpanan tidak hanya menurunkan berat, tetapi juga menurunkan mutu dan menimbulkan kerusakan.

Susut bobot selama penyimpanan merupakan salah satu parameter mutu yang mencerminkan tingkat kesegaran wortel. Mutu penyimpanan bahan pangan dapat dikelompokkan ke dalam penyusutan kualitatif dan penyusutan kuantitatif.

Penyusutan kualitatif adalah kerusakan akibat perubahan-perubahan biologi (mikroba, serangga, tungau, respirasi), perubahan-perubahan fisik (tekanan, getaran, suhu, dan kelembaban) serta perubahan-perubahan kimia dan biokimia (reaksi pencoklatan, ketengikan, penurunan nilai gizi, dan aspek keamanan terhadap manusia). Penyusutan kuantitatif adalah kehilangan jumlah atau bobot hasil pertanian, akibat penanganan pasca panen yang tidak memadai, dan juga karena adanya gangguan biologis (proses respirasi, serangan serangga, dan tikus). Bahan pangan yang telah mengalami penyusutan kuantitatif artinya bahan tersebut mengalami penurunan mutu sehingga menjadi tidak layak lagi untuk dikonsumsi oleh manusia. Tingkat kesegaran buah dan sayur dipengaruhi oleh susut bobot. Semakin tinggi susut bobot, maka tingkat kesegarannya semakin berkurang dan mutunya semakin menurun (Winarno, 2002).

2.6 Kadar air

Kadar air merupakan banyaknya kandungan air dalam suatu bahan persatuan bobot yang dinyatakan dalam persen berat basah (*wet basis*) dan persen berat kering (*dry basis*). Kandungan air dalam bahan pangan berperan sebagai pelarut dari beberapa komponen dan sebagai bahan pereaksi. Kandungan air dapat terikat dengan dua cara yaitu, air terikat secara fisik yang (ikatan menurut sistem kapiler) dan air terikat secara kimia (air kristal dan air yang terikat dalam sistem disperse). Menurut Sudarmaji (2003), kandungan air dalam bahan pangan dapat ditemukan dalam tiga bentuk yaitu, air bebas, air terikat lemah (Air Teradsorpsi), dan air

terikat kuat. Air bebas dapat dengan mudah hilang apabila terjadi penguapan atau pengeringan, sedangkan air terikat sulit dibebaskan dengan cara tersebut.

a. Air Bebas

Air bebas merupakan air yang berada di dalam ruang antar sel, intergranular, pori-pori bahan, atau bahkan pada permukaan bahan. Air bebas sering disebut juga sebagai aktivitas air atau *water activity* (A_w), air bebas mampu membantu aktivitas pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas reaksi-reaksi kimiawi pada bahan pangan. Didalam air bebas terlarut beberapa nutrient yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba untuk tumbuh dan berkembang. Adanya nutrient terlarut tersebut juga memungkinkan beberapa reaksi kimia dapat berlangsung. Oleh karena itu, bahan yang mempunyai kandungan air atau nilai A_w tinggi pada umumnya akan cepat mengalami kerusakan, baik akibat pertumbuhan mikroba pembusuk maupun akibat terjadinya reaksi kimia tertentu, seperti oksidasi dan reaksi enzimatik. Air sangat mudah untuk dibekukan maupun diuapkan.

b. Air Teradsorpsi

Air teradsorpsi merupakan air yang terserap pada permukaan koloid makromolekul (protein, pati, dll) dalam bahan. Air teradsorpsi juga terdispersi diantara koloid tersebut dan merupakan ikatan hidrogen. Air teradsorpsi relatif bebas bergerak dan relatif mudah dibekukan dan diuapkan.

c. Air Terikat Kuat

Air terikat kuat sering disebut juga sebagai air hidrat, karena air tersebut membentuk hidrat dengan beberapa molekul lain dengan ikatan bersifat ionik. Air terikat kuat memiliki jumlah yang sangat kecil dan sangat sulit diuapkan dan dibekukan.

Air yang terdapat dalam bentuk bebas dapat membantu terjadinya proses kerusakan bahan makanan misalnya proses mikrobiologis, kimiawi, ensimatik, bahkan oleh aktivitas serangga perusak. Jumlah air bebas dalam bahan pangan yang dapat digunakan oleh mikroorganisme dinyatakan dalam besaran aktivitas air ($A_w = \text{water activity}$). Mikroorganisme memerlukan kecukupan air untuk tumbuh dan berkembangbiak. Seperti halnya pH, mikroba mempunyai nilai A_w

minimum, maksimum, dan optimum untuk tumbuh dan berkembangbiak (Estiasih, 2009).

2.7 Kerusakan Fisik

Kerusakan fisik merupakan perubahan karakteristik fisik dan kimiawi suatu bahan pangan yang tidak diinginkan atau penyimpangan dari karakteristik normal. Karakteristik fisik yang dimaksud meliputi sifat organoleptik seperti warna, tekstur, aroma, dan bentuk. Sedangkan karakteristik kimiawi meliputi komponen penyusunannya seperti kadar air, karbohidrat, protein, lemak, mineral, vitamin, pigmen, dan lain sebagainya. Kerusakan bahan pangan dapat menyebabkan kebusukan. Ciri-ciri kebusukan antara lain bau tidak sedap, perubahan bentuk secara drastis, kehilangan daya tarik, dan perubahan nilai gizi yang merugikan. Apabila ditinjau dari penyebabnya kerusakan bahan pangan dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

a. Kerusakan Mikrobiologis

Kerusakan ini disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, kapang, dan khamir. Jenis kerusakan ini ditandai dengan timbulnya kapang, kebusukan, lendir, dan adanya perubahan warna. Kerusakan biologis dapat berbahaya bagi kesehatan manusia karena racun yang diproduksi oleh mikroorganisme.

b. Kerusakan Biologis

Kerusakan biologis disebabkan oleh kerusakan fisiologis, serangga, maupun binatang pengerat. Kerusakan ini meliputi kerusakan metabolisme pada bahan atau enzim-enzim yang terdapat didalamnya sehingga terjadi proses autolysis yang menyebabkan terjadinya kerusakan.

c. Kerusakan Fisik

Kerusakan fisik disebabkan oleh perlakuan-perlakuan fisik seperti pemanasan, pendinginan, dan tekanan udara. Contoh dari kerusakan fisik adalah kerusakan warna dan tekstur pada bahan pangan yang dibekukan, tepung yang mengeras atau membatu karena disimpan pada tempat yang lembab.

d. Kerusakan Mekanis

Kerusakan mekanis adalah kerusakan yang disebabkan karena bahan mengalami benturan-benturan mekanis yang terjadi selama pemanenan, transportasi, ataupun selama penyimpanan. Contohnya pada waktu pemanenan buah yang jatuh atau membentur permukaan yang keras akan menjadi memar.

e. Kerusakan Kimiawi

Kerusakan kimiawi adalah kerusakan yang terjadi karena reaksi kimia yang berlangsung di dalam bahan makanan seperti penurunan pH, proses rigor, dan reaksi reduksi dan oksidasi. Contoh dari kerusakan kimiawi misalnya reaksi pencoklatan pada beberapa jenis buah dan sayur, reaksi ketengikan pada minyak, dan lain-lain (Muchtadi, 2013).

2.8 Tingkat Kesegaran

Tingkat kesegaran merupakan salah satu faktor utama untuk menentukan mutu dan kualitas bahan pangan, salah satu cara untuk menentukan mutu dan kualitas bahan pangan yang baik adalah dengan uji organoleptik. Menurut Wahyuningtias (2010), uji organoleptik merupakan cara pengujian dengan menggunakan indra manusia sebagai alat utama untuk pengukuran daya penerimaan terhadap produk. Pengujian organoleptik mempunyai peran yang penting dalam penerapan mutu. Pengujian organoleptik dapat memberikan informasi terkait indikasi kebusukan, kemunduran mutu, dan kerusakan lainnya dari produk.

Dalam penilaian bahan pangan, sifat yang menentukan diterima atau tidak suatu produk adalah sifat indrawinya. Penilaian indrawinya ini terdapat lima tahap yaitu menerima bahan, mengenali bahan, mengadakan klasifikasi bahan-bahan, mengadakan klasifikasi sifat-sifat bahan, mengingat kembali bahan yang telah diamati, dan menguraikan kembali sifat indrawi produk tersebut. Indra yang digunakan dalam menilai sifat suatu produk yaitu indera penglihatan, indera peraba, indera pengecap/ perasa, dan indera pembau (Wahyuningtias, 2010).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Pengambilan data penelitian Pengaruh Sinar Ultraviolet (UV) terhadap Perubahan Mutu Wortel (*Daucus carota L*) selama Penyimpanan dilaksanakan pada Bulan Maret – Juni 2021 di Laboratorium Bioproses dan Pasca Panen (RBPP) Jurusan Teknik Pertanian dan Laboratorium BioTeknologi (Biotek) Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kotak sterilisasi yang dilapisi alumunium foil, timbangan digital, lampu Ultraviolet (UV), *thermohigrometer*, *Rhenometer*, *tray/* nampan (25.5 x 21 x 3.5 cm), plastik *wreapping*, tissue, penggaris, alat tulis dan kamera *Handphone*. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Wortel segar tipe imperator dengan panjang berkisar antara 20 – 25 cm .

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah jarak (J) atau jarak penyinaran yaitu 20 cm, 40 cm, dan 60 cm. Faktor kedua adalah lama penyinaran (L) dengan lampu UV-C yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit selama 10 hari

penyimpanan. Dalam penelitian ini terdapat 3 x3 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan pada setiap perlakuan.

Pada penelitian ini wortel di simpan pada *tray*/ nampan dan di isi 6 buah wortel. Parameter pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu susut bobot, kadar air, kerusakan fisik, uji kekerasan, uji organoleptik, uji pertumbuhan akar, dan uji total mikroba. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 metode parameter yaitu parameter destruktif dan parameter non-destruktif. Parameter destruktif adalah pengambilan data parameter yang didapat dari pengamatan yang dilakukan hingga bahan mengalami kerusakan (merusak bahan). Parameter destruktif antara lain pengukuran kadar air, uji kekerasan, dan analisa total mikroba. Sedangkan parameter non-destruktif adalah pengambilan data parameter yang dilakukan tanpa merusak bahan atau sampel. Parameter non-destruktif antara lain pengukuran susut bobot, kerusakan fisik, uji organoleptik, dan pengukuran pertumbuhan akar. Selain itu, dilakukan juga pengamatan data parameter kontrol untuk mengetahui pengaruh penyimpanan wortel tanpa perlakuan.

Pada penelitian ini penyimpanan wortel dilakukan selama 10 hari dengan frekuensi pengamatan yaitu pada hari ke-0, 2, 4, 6, 8, dan 10. Sedangkan untuk parameter uji total mikroba dilakukan pada hari ke-0, 2, dan 4, uji total mikroba dilakukan tanpa menggunakan ulangan. Selain itu juga dilakukan pengamatan pada hari ke-0 untuk mengetahui karakteristik awal wortel.

Tabel 4. Rancangan Percobaan Penelitian

Perlakuan		Ulangan (U)		
Jarak Penyinaran (J)	Lama Penyinaran (L)	U1	U2	U3
20 cm	10 menit	J ₁ L ₁ U ₁	J ₁ L ₁ U ₂	J ₁ L ₁ U ₃
	20 menit	J ₁ L ₂ U ₁	J ₁ L ₂ U ₂	J ₁ L ₂ U ₃
	30 menit	J ₁ L ₃ U ₁	J ₁ L ₃ U ₂	J ₁ L ₃ U ₃
40 cm	10 menit	J ₂ L ₁ U ₁	J ₂ L ₁ U ₂	J ₂ L ₁ U ₃
	20 menit	J ₂ L ₂ U ₁	J ₂ L ₂ U ₂	J ₂ L ₂ U ₃
	30 menit	J ₂ L ₃ U ₁	J ₂ L ₃ U ₂	J ₂ L ₃ U ₃
60 cm	10 menit	J ₃ L ₁ U ₁	J ₃ L ₁ U ₂	J ₃ L ₁ U ₃
	20 menit	J ₃ L ₂ U ₁	J ₃ L ₂ U ₂	J ₃ L ₂ U ₃
	30 menit	J ₃ L ₃ U ₁	J ₃ L ₃ U ₂	J ₃ L ₃ U ₃

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Deskripsi Alat dan Penyinaran

Penyinaran bahan dalam penelitian ini dilakukan dalam kotak berukuran 130 cm x 40 cm x 70 cm dan dilapisi dengan *aluminium foil* pada dinding bagian dalam. Penyinaran ini menggunakan lampu UV Philips 30 watt. Kotak tersebut mempunyai 3 jarak penyinaran sesuai dengan perlakuan yang diinginkan. Dalam penelitian ini unit percobaan (UP) yang dibutuhkan sebanyak:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah UP} &= \text{UP}_{\text{Destruktif}} + \text{UP}_{\text{Non-Destruktif}} + \text{UP}_{\text{Kontrol}} \\
 &= (9 \times 3 \times 6) + (9 \times 3) + (3 \times 6) \\
 &= 162 + 27 + 18 \\
 &= 207 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

3.4.2 Persiapan Bahan

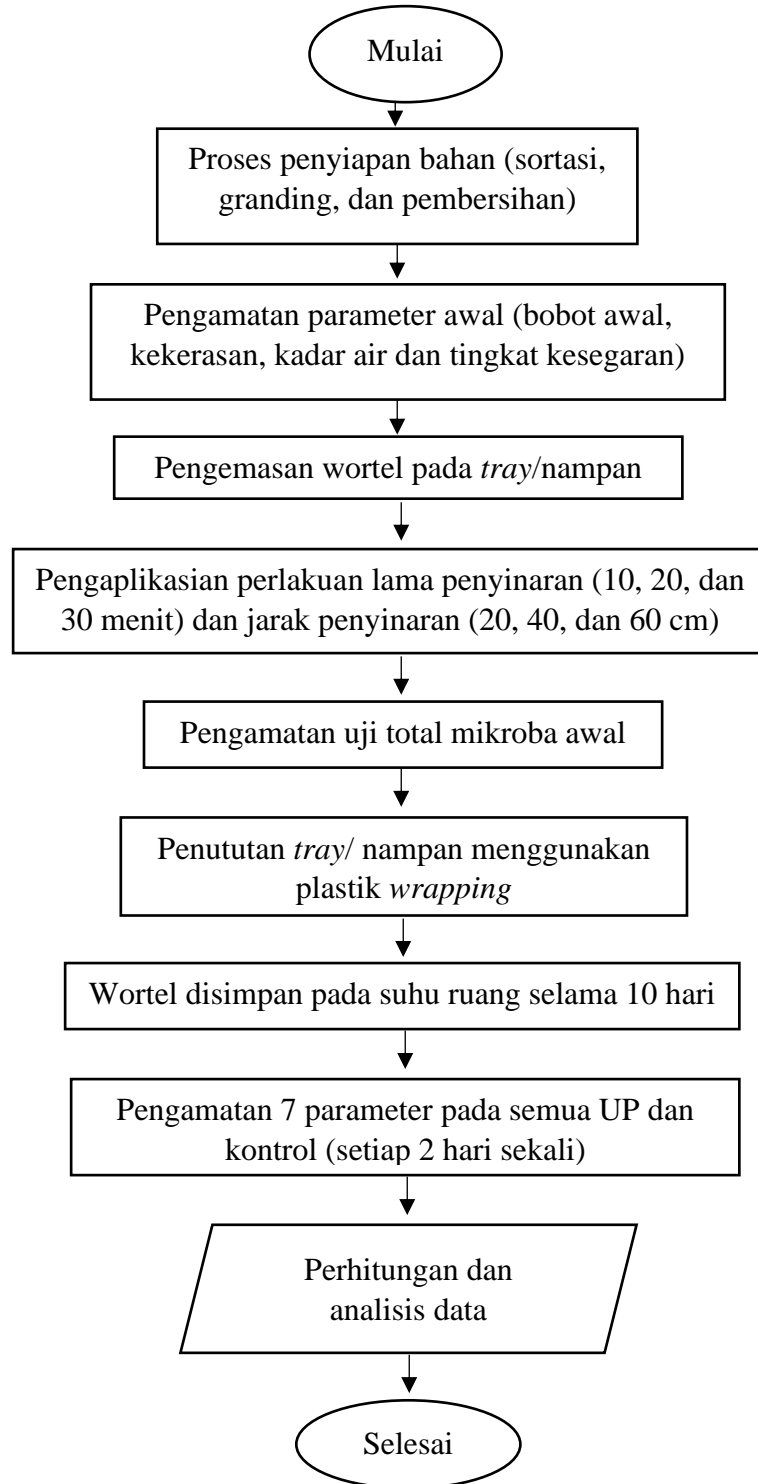
Penelitian ini dimulai dengan menyiapkan beberapa kilo wortel segar. Kemudian, dilakukan penyortiran yang bertujuan untuk mendapatkan wortel yang baik, segar, tidak cacat secara fisik, dan berkualitas. Lalu, dilakukan *grading* pada sampel dengan memisahkan wortel sesuai dengan ukuran yang paling umum dikomoditasnya. Selanjutnya, dilakukan pembersihan dengan menghilangkan bagian-bagian yang tidak diinginkan seperti tangkai daun atau batang daun. Langkah selanjutnya, sampel dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan sisa-sisa kotoran yang masih menempel pada umbi wortel, lalu dikeringkan menggunakan tissue.

Sampel yang akan digunakan ditimbang dahulu untuk mengetahui berat awal wortel. Kemudian, sampel diletakan pada *tray*/ nampan sebanyak 6 buah UP. Setelah itu, nampan yang berisi sampel wortel kemudian dimasukkan kedalam kotak yang telah disiapkan untuk proses sterilisasi. Proses penyinaran menggunakan lampu UV-C dilakukan setiap 10 menit, 20 menit, dan 30 menit dengan jarak penyinaran 20 cm, 40 cm dan 60 cm sebanyak 3 kali ulangan.

Langkah selanjutnya, dilakukan pengambilan data pada hari ke-0 untuk mengetahui karakteristik awal wortel. Selama penyinaran berlangsung dilakukan juga pengukuran suhu ruang pada kotak sterilisasi. Setelah itu, dilakukan proses *wreapping* pada nampan dengan diberi beberapa lubang untuk selanjutnya disimpan pada suhu ruang. Proses penyimpanan ini berlangsung selama 10 hari pada suhu ruang, selama proses penyimpanan berlangsung dilakukan pengukuran suhu dan Rh pada ruang atau tempat penyimpanan. Kemudian, dilakukan pengambilan data parameter pengamatan setiap 2 hari sekali. Untuk pengamatan analisi total mikroba dimulai setelah sampel disinari, kemudian dilakukan pengamatan setiap 4 hari sekali. Selanjutnya, dilakukan perhitungan dan analisi data.

3.4.3 Diagram Alir

Prosedur kerja yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir penelitian.

3.5 Parameter Pengamatan

3.5.1 Susut Bobot

Menurut Winarno (2002), susut berat merupakan berkurangnya bobot suatu bahan. Kehilangan bobot komoditi hortikultura tidak hanya diakibatkan oleh terjadinya kehilangan air tetapi juga oleh kehilangan gas CO₂ hasil respirasi. Susut berat yang terjadi pada umbi-umbian yang mengalami transpirasi cepat, sehingga layu yang mengakibatkan beratnya berkurang. Susut bagian yang dapat dimakan dapat disebabkan oleh serangan jamur, bakteri maupun dampak dari masih berlangsungnya proses respirasi (Kader, 2002). Perhitungan susut bobot ini bertujuan untuk mengetahui berat bahan pada waktu yang ditentukan. Susut bobot dapat dihitung dengan menimbang berat awal bahan dan berat akhir bahan atau menimbang berat bahan pada waktu yang ditentukan selama proses penyimpanan. Pengukuran susut bobot ini dilakukan setiap 2 hari sekali yaitu pada hari ke-0, 2, 4, 6, 8, dan 10. Persentase susut bobot dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Susut Bobot} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

3.5.2 Kerusakan Fisik

Umbi dinyatakan rusak apabila telah mengalami kerusakan atau cacat atas sebab fisiologis, mekanis, dan lain-lain yang terlihat pada permukaan umbi. Kerusakan fisik pada wortel dapat ditandai dengan perubahan warna pada umbi, muncul bercak kecoklatan, umbi keriput atau layu dan tumbuh jamur pada permukaan kulit wortel. Umbi dinyatakan busuk apabila mengalami pembusukan akibat kerusakan biologis yang disebabkan oleh kerusakan dari dalam tanaman berupa pengaruh etilen dan penyebab kerusakan dari luar yaitu hama dan penyakit (Mutiarawati, 2009).

Perhitungan kerusakan fisik ini dilakukan dengan menghitung jumlah wortel yang rusak pada tray per jumlah total sampel pada tray, pengukuran ini dilakukan setiap

2 hari sekali. Perhitungan persentase kerusakan fisik wortel dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kerusakan Fisik} = \frac{\text{jumlah kerusakan}}{\text{total sampel}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2)$$

3.5.3 Tingkat Kesegaran

Uji tingkat kesegaran dalam penelitian ini menggunakan 3 parameter pengamatan yaitu tingkat kesegaran, tekstur, dan penampakan visual. Uji organoleptik ini dilakukan oleh 5 orang panelis, pengamatan uji organoleptik ini dilakukan 2 hari sekali selama 10 hari penyimpanan. Berikut parameter penilaian uji organoleptik yang disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 5. Parameter Penilaian Uji Organoleptik

Skor Penilaian	Parameter Penilaian		
	Tingkat Kesegaran	Tekstur	Penampakan Kulit
1	Sangat Segar	Sangat Keras	Sangat Halus
2	Segar	Keras	Halus
3	Agak Layu	Agak Lunak	Agak Kriput
4	Layu	Lunak	Kriput
5	Sangat Layu	Sangat Lunak	Sangat Kriput

3.5.4 Pertumbuhan Akar

Selama proses penyimpanan wortel berlangsung terdapat beberapa akar yang tumbuh pada bagian umbi wortel. Penyinaran dengan sinar UV ini diharapkan mampu menekan pertumbuhan akar selama penyimpanan. Pengukuran pertumbuhan akar ini dilakukan dengan cara menghitung berapa persen wortel yang tumbuh akar dalam unit percobaan (ulangan) per jumlah total wortel yang tumbuh akar. Pengukuran ini dimulai pada hari pertama akar wortel tumbuh sampai dengan akar wortel mongering (mati). Perhitungan pertumbuhan akar ini dilakukan setiap 2 hari sekali. Perhitungan persen pertumbuhan akar wortel dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Pertumbuhan Akar} = \frac{\text{jumlah wortel tumbuh akar}}{\text{total sampel}} \times 100 \% \dots\dots\dots(3)$$

3.5.5 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu sifat fisik dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan. Kadar air dapat dinyatakan dengan persentase berat air terhadap bahan basah. Kadar air menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan. Kehilangan kadar air pada bahan selama proses penyimpanan dapat terjadi akibat bahan masih melakukan proses metabolisme yaitu terjadinya transpirasi (penguapan) pada bahan. Pengukuran kadar air ini dilakukan menggunakan kadar air berat basah (% bb). Berat basah adalah berat bahan yang masih mengandung air, sedangkan berat kering adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan dengan waktu tertentu sehingga beratnya tetap atau konstan.

Pengukuran kadar air ini dilakukan dengan cara menimbang berat awal wortel utuh, kemudian dimasukan kedalam oven dengan suhu 105 °C hingga wortel memiliki berat kering yang stabil atau sekitar 20 – 24 jam. Pengukuran kadar air ini dilakukan setiap 2 hari sekali yaitu pada hari ke-0, 2, 4, 6, 8, dan 10 (Samadi, 2007).

Kadar air suatu bahan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{\text{Berat basah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat basah}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

3.5.6 Uji Kekerasan

Umbi wortel dinyatakan keras apabila umbi tidak lunak, lentur, atau keriput. Menurut Winarno (1981), faktor yang menyebabkan menurunnya nilai kekerasan pada buah-buahan dan sayur-sayuran selama penyimpanan adalah hilangnya tekanan turgor, perombakan pati menjadi glukosa dan degradasi dinding sel. Peningkatan kekerasan disebabkan oleh penguapan air-air sel yang menyebabkan

sel menjadi menciut, ruang antar sel menyatu dan zat pektin yang berada pada ruang antar sel akan saling berikatan. Pengukuran kadar kekerasan bahan ini dapat dilakukan menggunakan alat yaitu *Rhenometer*. Pengukuran Kekerasan ini dilakukan dengan cara meletakkan wortel diatas lempengan, kemudian jarum *Rhenometer* diturunkan hingga menyentuh permukaan wortel lalu tekan tombol run. Pengukuran kekerasan ini dilakukan setiap 2 hari sekali yaitu pada hari ke-0, 2, 4, 6, 8, dan 10.

3.5.7 Uji Mikroba

Menurut Fardiaz (1993), analisa total mikroba dilakukan dengan cara menimbang bahan sebanyak 1 gram kemudian dimasukan kedalam tabung raksi berisi 9 ml NaCL 0,86% (larutan fisiologis) sehingga diperoleh pengenceran 10^{-1} . Kemudian sebanyak 1 ml dalam pipet suspense dimasukan kedalam tabung reaksi berisi 9 ml larutan fisiologis (pengenceran 10^{-2}), dilakukan terus-menerus hingga pengenceran 10^{-6} . Selanjutnya, dipipet 1 ml dari pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} ke dalam cawan petri lalu dituangkan ke media PCA (*Plane Conut Agar*) lalu diinkubasi selama 48 jam. Kemudian diamati perkembangan mikroorganismenya yang tumbuh dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase jumlah koloni per ml} = \Sigma \text{koloni} \times \frac{1}{\text{faktor pengencer}} \dots\dots\dots(5)$$

Uji mikroba ini dilakukan setiap 2 hari sekali yaitu pada hari ke-0, 2, 4, 8, dan 10 atau sampai data pertumbuhan mikroba mencapai jumlah tak hingga.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Penyinaran UV-C pada wortel dengan variasi faktor jarak penyinaran dan lama penyinaran memberikan pengaruh terhadap 4 parameter mutu wortel yaitu susut bobot, pertumbuhan akar, kerusakan fisik, dan penampakan kulit. Namun tidak memberikan pengaruh terhadap 3 parameter mutu wortel yaitu tingkat kekerasan, kadar air, dan uji organoleptik (tingkat kesegaran dan tekstur) selama 10 hari penyimpanan.
2. Perlakuan jarak penyinaran 60 cm dan lama penyinaran 20 menit (J_3L_2) merupakan perlakuan terbaik dalam penelitian ini, perlakuan J_3L_2 mampu menekan susut bobot sebesar 12,84 %, pertumbuhan akar sebesar 11,11 %, menekan kerusakan fisik sebesar 6,48 %, penampakan kulit dengan rata-rata 2,33 (skala 5), dan mampu menekan pertumbuhan mikroba sebesar 15% selama 10 hari penyimpanan.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian mendatang sebaiknya dilakukan perubahan pada teknis penyinaran. Lampu UV sebaiknya diletakan pada bagian atas dan dasar kotak sterilisasi, sementara objek diletakan pada rak diantara kedua lampu tersebut. Sehingga permukaan atas dan bawah objek terpapar sinar UV.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyadi, T., dan Dewi, S.S. 2009 *Pengaruh Sinar Ultraviolet terhadap Pertumbuhan Bakteri Bacillus sp. sebagai Bakteri Kontaminan*. Jurnal Kesehatan, Vol 2, No. 20 – 25.
- Arpah. 2001. *Penentuan Kadaluarsa Produk Pangan*. Program Studi Ilmu Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Avandy, U., Dewi, R.M., dan Rahayu, S.K. 2011. *Tugas Mata Kuliah Perlindungan Tanaman Penyakit Busuk Lunak Erwina carotovora*. Makalah Bakteri Busuk Lunak. Diakses dari <http://www.scribd.com/makalah-bakteri-busuk-lunak/829857/>.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Produksi Wortel Menurut Provinsi 2014-2018*. Direktorat Jendral Hortikultura. Jakarta (Diakses pada tanggal 20 November 2020).
- Bambang, dan Cahyono. 2002. *Wortel Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Kanisius. Yogyakarta.
- Barca, E.A., Kalantri, S., Makhlof, J., dan Arul, J. 2000. *Impac 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.
- Estiasih, T., dan Ahmadi, K. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Fardiaz, dan Srikandi. 1993. *Penurunan Praktikum Mikrobiologi Pangan*. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Gibson, R. S. 2005. *Principle of Nutritional and Assessment*. Oxford University Press. New York.
- Kader, A.A., dan Kitinoja, L. 2002. *Praktik-Praktik Penanganan Pascapanen Skala Kecil: Manual Untuk Produk Hortikultura (Edisi ke 4)*. Postharvest Horticulture Series No. 8.
- Kapoh. 2015. *Kajian Penggunaan Wadah Pengemasan terhadap Mutu Cabai rawit (Capsicum frutescens) yang Disimpan pada Ruang Pendingin*. Universitas Sam Ratulangi. Medan.

- Kelaspintar.id. *Gambar Gelombang Elektromagnetik*.
<https://www.google.com/amp/s/www.kelaspintai.id/blog/edutech/mengenal-spektrum-gelombang-elektromagnetik-3558/amp/>. Diakses pada tanggal 29 Januari 2021.
- Keliat, S. D. 2008. *Analisis Sistem Pemasaran Wortel. (Skripsi)*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Khomsan, A. 2007. *Sehat Dengan Makanan Berkhasiat*. Kompas. Jakarta.
- Lesmana, M. 2015. *Buku Pintar Pohon Wortel, 10-28*. Lembar Langit Indonesia. Jakarta.
- Maharaj, S. 2010. *Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality*. CRC Press Boca Raton. Amerika Serikat.
- Makmun, C. 2007. *Wortel Komoditas Ekspor yang Mudah Dibudidayakan*. Jurnal Hortikultura : 32.
- Morgan, R. 2009. *UV "Green" Light Desinfection*. Dairy Industry . Intl., 54(11):33-35.
- Muchtadi, T.R., dan Sugyono. 2013. *Prinsip dan Proses Teknologi Pangan*. Alfabeta. Bogor.
- Mulyahati, A. 2005. *Saluran Pemasaran Wortel di Kawasan Agropolitan Cianjur*. Skripsi. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Muhdarsyah, 2007. *Kajian Penyimpanan Rajangan Wortel terolah Minimal dalam Kemasan Atmosfer Termodifikasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mutiawati. 2007. *Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian*. UNPAD Press. Bandung.
- Noci, F., Reiner, J., Ribeiro, M., Cronin, D.A., Morgan, D.J., and Lyng, J.G. 2008. *Ultraviolet Irradiation and Pulse Electric Fields (PEF) In a Hurdle Strategy For The Preservation Of Fresh apple Juice*. Jurnal Of Food engineering. 85(1) : 141 – 146.
- Noor, Z., Murdianti, A., dan Sisilia, D. 2008. *Pengaruh Variasi Lama Simpan dan Frekuensi Ekstraksi Terhadap Kandungan Gula Ekstrak Buah Labu Kuning (Cucurbita moschata)*. Agritech 28:1, 43-49.
- Omil, C.C., Mislani, R., dan Fahmi, K. 2016. *Kajian Penyinaran UV-C Dalam Mempertahankan Mutu Cabai (Capsicum annum L) Selama Penyimpanan*. Universitas Andalas. Padang.
- Pohan, R. A. 2008. *Analisis Usaha Tani dan FAKTOR-Faktor yang Mempengaruhi Pendapatan Petani Wortel. (Skripsi)*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Prajanata, F. 2007. *Mengatasi Permasalahan Bertanam Cabai Hibrida Secara Intensif*. Agromedia Pustaka. Jakarta.

- Pratiwi, dan Gladys Citra. 2006. *Kajian Penguunaan Kemasan Karton dan Peti Kayu Terhadap Mutu Buah Tomat dalam Transportasi Darat*. Departemen Teknik Mesin dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Pujimulyani, D. 2009. *Teknologi Pengolahan Syur-Sayuran dan Buah-Buahan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Rini, D. K. 2010. *Respon Penawaran Wortel (Daucus carota L.) Di Kabupaten Boyolali*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rintonga, Yanie, dan Prihatin. 2006. *Kajian Susut Mutu Wortel Terolah Minimal Dalam Kemasan Atmosfer Termodifikasi Dengan Penyimpanan Dingin*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rukmana, R. 1995. *Bertanam Wortel*. Kanisius. Yogyakarta.
- Samadi, B. 2007. *Kentang dan Analisis Usaha Tani*. Kanisius. Yogyakarta.
- Serrano, M., dan Vaero, D. 2010. *Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality*. CRC Press Boca Raton. Amerika Serikat.
- Setyaning, U., Endang, S., dan Sri, T. 2012. *Pengaruh Lama Penyinaran terhadap Mutu dan Umur Simpan Tomat (Lycopersicon esculentum Mill)*. Skripsi vol. 1 No.1 Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Siagian, H.F. 2009. *Penggunaan Bahan Penjerap Etilen pada Penyimpanan Pisang Barangan dengan Kemasan Atmosfer Termodifikasi Aktif*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara Hal 49 – 50. Medan.
- Sudarmaji, S. 2003. *Mikrobiologi Pangan*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Sulantri, N.L., Yogeswara, I.B.A., dan Nursini, N.W. 2017. *Efektivitas Sinar Ultraviolet terhadap Cemaran Bakteri Patogen Makanan Cair Sonde untuk Pasien immune-compromissed*. Jurnal Gizi Indonesia, 5 (2), 112 – 118.
- Supartha. 2001. *Mikribiologi Dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Gramedia. Jakarta.
- Syaefullah, E., Rukayah, M.S., Mokhtar, R., Jaya dan Marsina. 2002. *Pengkajian Pengolahan sekunder Buah-Buahan di Kalimantan Tengah*. Laporan Akhir. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Palangkaraya 6 – 34. Kalimantan.
- Thies. A. 2008. *Radiation the World of Weather Data*. Geneva
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference. 2007. (Diakses pada tanggal 20 November 2020).
- Wahyuningtias, dan Dianka. 2010. *Uji Organoleptik Hasil Jadi Kue Munggunakan Bahan Non-instant dan Instant*. Jurnal Binus Bussines Review.Vol. 1 No. 116 – 125.
- Waluyo, L. 2010. *Mikrobiologi Umum*. UPT Penerbita UMM. Malang.

- Widodo, S. E. 2012. *Memahami Panen dan Pascapanen Buah*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung Hal 1 – 115. Lampung.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta.
- Yahia, E. M. 2011. *Postharvest Biology and Tecnology of Tropical and Subtropical Fruits*. Woodhead Publishing aSeries in Food Science, Technology and Nutrion 1: 60-62.