

**PENGARUH PELAPIS KITOSAN DAN KEMASAN *PLASTIC WRAPPING*
TERHADAP MASA SIMPAN BROKOLI PADA SUHU RUANG**

(Skripsi)

Oleh

HASNANIYAH ASRIDAYA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

THE EFFECT OF CHITOSAN COATING AND PLASTIC WRAPPING OF BROCCOLI SHELF LIFE AT ROOM TEMPERATURE

By

HASNANIYAH ASRIDAYA

Broccoli (*Brassica oleracea* L) is a vegetable crops including cabbage in the tribe and has high economic value. Broccoli has short shelf life and losses its weight easily. An effort to overcome the problem is packing the broccoli using chitosan and plastic wrapping. The purpose of this research is to investigate the effect of chitosan and plastic wrapping on broccoli's weight loss and shelf life stored at room temperature. This research used two factors arranged factorially in complete randomized block design (RAKL) with three replications. The first factor was chitosan concentration (0%, 1%, 2% and 3%) and the second one was kinds of packaging (the use of plastic wrapping, and without plastic wrapping). After cleaning, broccoli was dipped chitosan solution for 15 minutes, dried, packed with plastic wrapping, and stored for 5 days at room temperature. After 1, 3, and 5 days, broccoli was analyzed to determine its weight loss, total microbes, and organoleptic color. The results showed that the higher the chitosan concentration yielded in the lower weight loss and the higher shelf life. Broccoli packed with

plastic wrapping resulted in lower weight loss and higher shelf life than that with out plastic wrapping. The best treatment in this research was dipping in 3% chitosan solution and then packed with plastic wrapping. The treatment resulted in the lowest weight loss (37.84%) and the highest shelf life, which was 5 days of storage at room temperature, instead of 3 days for control.

Keywords: Broccoli, chitosan, edible coating, plastic wrapping, and shelf life.

ABSTRAK

PENGARUH PELAPIS KITOSAN DAN KEMASAN *PLASTIC WRAPPING* TERHADAP MASA SIMPAN BROKOLI PADA SUHU RUANG

Oleh

HASNANIYAH ASRIDAYA

Brokoli (*Brassica oleracea* L) adalah tanaman sayuran yang termasuk dalam suku kubis-kubisan dan mempunyai nilai ekonomi tinggi. Brokoli memiliki masa simpan yang pendek dan mudah mengalami kehilangan susut bobot. Upaya untuk mengatasi masalah tersebut yaitu brokoli dikemas menggunakan kitosan dan *plastic wrapping*. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh kitosan dan kemasan *plastic wrapping* terhadap susut bobot dan masa simpan brokoli. Penelitian menggunakan 2 faktor yang disusun secara faktorial dalam rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama yaitu konsentrasi kitosan (0%, 1%, 2%, dan 3%) dan faktor kedua yaitu pengemasan (penggunaan *plastic wrapping*, dan tanpa penggunaan *plastic wrapping*). Setelah dibersihkan brokoli direndam ke dalam larutan kitosan selama 15 menit, dikeringanginkan, dikemas dengan menggunakan *plastic wrapping* dan disimpan selama 5 hari pada suhu ruang. Setelah disimpan selama 1, 3, dan 5 hari brokoli dianalisis untuk menentukan susut bobot, total mikroba, dan organoleptik warna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan menghasilkan susut bobot brokoli yang semakin rendah dan masa simpan brokoli

yang semakin tinggi. Brokoli yang dikemas *plastic wrapping* menghasilkan susut bobot yang lebih rendah dan masa simpan yang lebih tinggi dari pada yang tidak dikemas. Perlakuan terbaik dalam penelitian ini yaitu perendaman brokoli dalam larutan kitosan 3% dan dikemas *plastic wrapping*. Perlakuan ini menghasilkan susut bobot terendah (37,84%) dan masa simpan tertinggi yaitu selama 5 hari penyimpanan pada suhu ruang, sedangkan kontrol hanya bertahan 3 hari penyimpanan pada suhu ruang.

Kata kunci : Broccoli, kitosan, *edible coating*, *plastic wrapping*, dan masa simpan

**PENGARUH PELAPIS KITOSAN DAN KEMASAN *PLASTIC WRAPPING*
TERHADAP MASA SIMPAN BROKOLI PADA SUHU RUANG**

Oleh

HASNANIYAH ASRIDAYA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

: **PENGARUH PELAPIS KITOSAN DAN
KEMASAN *PLASTIC WRAPPING*
TERHADAP MASA SIMPAN BROKOLI
PADA SUHU RUANG**

Nama Mahasiswa

: **Hasnaniyah Asridaya**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1214051034

Program Studi

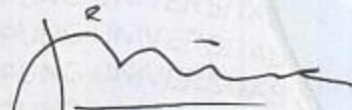
: Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

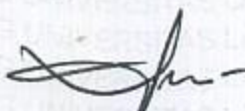

Ir. Zulferiyenni, M.T.A.

NIP 19620207 199010 2 001


Dr. Ir. Sutikno, M.Sc.

NIP 19560114 198603 1 002

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


Ir. Susilawati, M.Si.

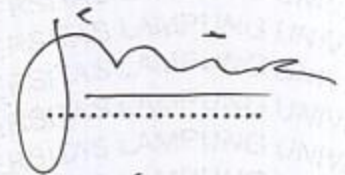
NIP 19610806 198702 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

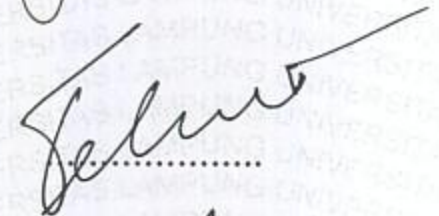
Ketua

: **Ir. Zulferiyenni, M.T.A.**



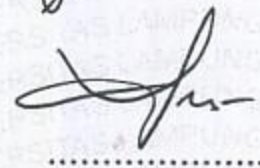
Sekretaris

: **Dr. Ir. Sutikno, M.Sc.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Susilawati, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **13 Desember 2016**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Hasnaniyah Asridaya NPM 1214051034

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain.

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

Bandar Lampung, 13 Desember 2016
Yang membuat pernyataan



Hasnaniyah Asridaya
1214051034

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 03 September 1994, sebagai anak kelima dari lima bersaudara, buah hati dari pasangan Bapak Akmal dan Ibu Suwairah. Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-Kanak Armata Tani (HKTI) Bandar Lampung pada tahun 1999-2000, Sekolah Dasar Al-Azhar 2 Bandar Lampung pada tahun 2000-2006, Sekolah Menengah Pertama Negeri 20 Bandar Lampung pada tahun 2006-2009, Sekolah Menengah Atas Negeri 13 Bandar Lampung pada tahun 2009-2012. Penulis diterima sebagai mahasiswi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2012 melalui jalur undangan (SNMPTN). Penulis mendapat beasiswa BIDIKMISI sejak semester pertama.

Penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) pada bulan Juli sampai Agustus 2015 di PT. Garudafood, Tanjungkarang Timur, Bandar Lampung dengan judul “Mempelajari proses uji triangle (uji segitiga) produk kacang atom manis (ajt) di Pt Garudafood Putra Putri Jaya Lampung”. Dan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) dengan tema Pos Pemberdayaan Masyarakat (POSDAYA) pada bulan Januari sampai Maret 2016 di Desa Bedarow Indah, Kecamatan Menggala Timur, Kabupaten Tulang Bawang. Penulis aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, anggota Forum Studi Islam (FOSI) Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Dengan do'a dan rasa syukur kehadiran Allah

SWT atas karunia dan limpahan berkah-Nya.

Kupersembahkan karya ini untuk orang-orang yang

kucintai dan kusayangi

Kedua orang tuaku, kakak-kakakku, tanah air serta

almamater tercinta.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat serta karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas izin yang diberikan kepada penulis.
2. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung dan selaku Pembahas atas segala pengarahan, nasihat, saran, dan masukan selama penyusunan skripsi ini .
3. Ibu Ir. Zulferiyenni. M.T.A, selaku Dosen Pembimbing Utama atas segala bantuan, pengarahan, nasihat, masukan dan saran selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Sutikno, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Kedua atas segala bantuan, pengarahan, masukan dan saran selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T selaku Pembimbing Akademik atas bimbingan dan pengarahan yang telah diberikan.
6. Kedua orang tua tercinta dan kakak-kakakku atas segala do'a, dukungan, serta kasih sayang yang senantiasa mendukung setiap langkah positif dalam hidup.
7. Keluargaku yang selalu memberikan bantuan dan motivasi selama kuliah sampai penyusunan skripsi.

8. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staff administrasi dan laboratorium di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas segala doa dan bantuan yang telah diberikan.
9. Sahabatku Dian Andarini, Citra Prima, Meilan, Laila, Riska, Bimbi, Devi Sabarina, Widya, Citra Ratri, atas segala motivasi, bantuan, dukungan serta kebersamaan selama penyusunan skripsi ini.
10. Keluarga THP 2012 dan HMJ THP, atas segala kebersamaan, semangat, dan motivasi serta dukungan yang diberikan selama ini.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dan penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bangsa Indonesia.

Bandar Lampung, 13 Desember 2016

Penulis

Hasnaniyah Asridaya

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	5
1.3. Kerangka Pemikiran	5
1.4. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Brokoli	8
2.1.1 Panenan dan Penanganan Pasca Panen	10
2.1.2 Respirasi	11
2.1.3 Brokoli Mudah Rusak	13
2.2. Kitosan.....	15
2.2.1 Sifat Fisika-Kimia Kitosan.....	16
2.2.2 Kegunaan Kitosan	17
2.3. Pengemasan... ..	19
2.3.1 Kemasan Plastik	21
2.3.2 <i>Edible Coating</i>	22

2.4 Masa Simpan	24
2.4.1 Definisi Masa Simpan	24
III. BAHAN DAN METODE	27
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.2. Bahan dan Alat	27
3.3. Metode Penelitian	28
3.4. Pelaksanaan Penelitian	28
3.4.1 Penyiapan Larutan Kitosan.....	28
3.4.2 Aplikasi <i>Edible Coating</i> Pada Brokoli	29
3.4.3 Aplikasi Kemasan <i>Plastic Wrapping</i> Pada Brokoli	29
3.5. Analisis Uji pada Brokoli	29
3.5.1 Penentuan Susut Bobot.....	29
3.5.2 Total Mikroba (<i>Total Plate Count</i>).....	30
3.5.3 Uji Organoleptik.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Susut Bobot	32
4.2. Total Mikroba.....	35
4.3. Organoleptik Warna	37
V. KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Brokoli	9
2. Susut bobot brokoli yang dilapisi kitosan (0%, 1%, 2%, 3%) dengan kemasan <i>plastic wrapping</i> pada penyimpanan 1 hari, 3 hari, dan 5 hari pada suhu ruang	33
3. Susut bobot brokoli yang dilapisi kitosan (0%, 1%, 2%, 3%) tanpa kemasan <i>plastic wrapping</i> pada penyimpanan 1 hari, 3 hari, dan 5 hari pada suhu ruang	33
4. Log total mikroba brokoli yang dilapisi kitosan (0%, 1%, 2%, 3%) dengan kemasan <i>plastic wrapping</i> pada penyimpanan 1 hari, 3 hari, dan 5 hari pada suhu ruang.....	36
5. Log total mikroba brokoli yang dilapisi kitosan (0%, 1%, 2%, 3%) tanpa kemasan <i>plastic wrapping</i> pada penyimpanan 1 hari, 3 hari, dan 5 hari pada suhu ruang.....	36
6. Skor warna brokoli yang dilapisi kitosan (0%, 1%, 2%, 3%) dengan kemasan <i>plastic wrapping</i> pada penyimpanan 1hari, 3 hari, dan 5 hari pada suhu ruang.....	39
7. Skor warna brokoli yang dilapisi kitosan (0%, 1%, 2%, 3%) tanpa kemasan <i>plastic wrapping</i> pada penyimpanan 1hari, 3 hari, dan 5 hari pada suhu ruang.....	39

8. Persiapan brokoli	60
9. Penimbangan brokoli.....	60
10. Proses uji total mikroba	60
11. Sampel uji total mikroba....	60
12. Proses sterilisasi media	60
13. Proses perendaman brokoli	60
14. Penampakan warna brokoli hari ke 0 pada semua perlakuan	61
15. Penampakan warna brokoli hari ke 1 pada konsentrasi Kitosan 0%, 1%, 2%, 3%	61
16. Penampakan warna brokoli hari ke 1 dengan kombinasi Konsetrasi kitosan 0%, 1%, 2%, 3% dan kemasan <i>plastik wrapping</i>	61
17. Penampakan warna brokoli hari ke 3 pada konsentrasi Kitosan 0%, 1% 2%, 3% (urut ke kanan).....	62
18. Penampakan warna brokoli hari ke 3 dengan kombinasi konsetrasi kitosan 0%, 1%, 2%, 3% dan kemasan <i>plastik wrapping</i>	62
19. Penampakan warna brokoli hari ke 5 pada konsentrasi Kitosan 0%, 1% 2%, 3% (urut ke kanan)	62
20. Penampakan warna brokoli hari ke 5 dengan kombinasi konsetrasi kitosan 0%, 1%, 2%, 3% dan kemasan <i>plastik wrapping</i>	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kuesioner organoleptik warna	31
2. Data rata-rata susut bobot brokoli selama penyimpanan.....	51
3. Uji <i>Bartlett</i> susut bobot (%) brokoli.....	51
4. Analisis ragam brokoli	52
5. Uji polynomial ortogonal susut bobot brokoli	53
6. Data rata-rata total mikroba brokoli	54
7. Uji <i>Bartlett</i> total mikroba brokoli	54
8. Analisis ragam total mikroba brokoli	55
9. Uji polynomial ortogonal total mikroba brokoli	56
10. Data rata-rata organoleptik warna brokoli	57
11. Uji <i>Bartlett</i> organoleptik warna brokoli	57
12. Analisis ragam organoleptik warna brokoli	58
13. Uji polynomial ortogonal organoleptik warna brokoli	59

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang berkembang pada sektor agraris. Sebagian besar wilayah Indonesia diperuntukkan sebagai lahan pertanian dan sebagian besar penduduknya bergantung pada sektor tersebut. Salah satu komoditas hortikultura yang berkembang di Indonesia adalah brokoli yang banyak dibudidayakan di wilayah dataran tinggi Indonesia. Brokoli (*Brassica oleracea* L) adalah tanaman sayuran yang termasuk dalam suku kubis-kubisan atau *Brassicaceae*. Bagian brokoli yang dimakan adalah kepala bunga berwarna hijau yang tersusun rapat seperti cabang pohon dengan batang tebal. Sebagian besar kepala bunga tersebut dikelilingi dedaunan. Brokoli mirip dengan kembang kol (Rukmana, 1994). Brokoli juga banyak memiliki kandungan gizi, diantaranya ialah protein, lemak, air, karbohidrat, serat, kalsium, zat besi, vitamin (A, C, E, tiamin, riboflavin, nikotinamid), beta karoten, dan glutation (Firdaus, 2011).

Prospek pengembangan budidaya brokoli cukup baik. Selain itu, brokoli juga mempunyai nilai ekonomi yang relatif tinggi. Produksi brokoli di Indonesia sekitar 113,941 ton/ha (BPS, 2012) namun dengan jumlah produksi tersebut belum dapat mencukupi kebutuhan pasar lokal. Dinas pertanian Jawa Barat mencatat jumlah permintaan mencapai 26.136 ton pada tahun 2012. Menurut

United States Agency International Development (USAID) chapter Indonesia, peningkatan pangsa pasar brokoli di Indonesia dengan sasaran pasar modern meningkat 15-20%/tahun (Asril, 2009). Namun, dengan jumlah permintaan brokoli yang semakin meningkat, brokoli memiliki suatu kelemahan yaitu mudah rusak, masa simpan brokoli ialah 1-2 hari pada kondisi suhu ruang dan dengan masa simpan yang pendek ini dapat menurunkan kualitas brokoli (Safaryani, 2007) sehingga untuk mempertahankan kualitas brokoli perlu dilakukan penanganan pasca panen agar penurunan mutu brokoli dapat diperkecil.

Brokoli merupakan sayuran yang mudah rusak karena bunga brokoli tersusun atas jaringan muda yang masih aktif dalam proses biologis. Kerusakan brokoli disebabkan oleh beberapa faktor yaitu mekanis dan biologis. Nilai kesegaran pada brokoli bisa diketahui dari laju respirasi yang akan mempengaruhi susut berat, tekstur, kadar air, perubahan warna, kandungan vitamin C, atau aktivitas fisiologis maupun mikrobiologis (Rukmana, 1994). Oleh karena itu, perlu suatu metode untuk menghambat kerusakan brokoli.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghambat kerusakan brokoli adalah dengan cara penyimpanan atmosfer termodifikasi, yaitu dengan pembungkusan untuk membatasi oksigen yang masuk. Namun, metode ini memerlukan biaya yang relatif tinggi. Metode lain yang lebih efisien adalah dengan penggunaan bahan pelapis (Krochta, 1992). Menurut Antyoningrum (2005), metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah dan sayur untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan menghindari kontak dengan oksigen adalah *edible coating*.

Salah satu bahan alam yang dapat dijadikan *edible coating* adalah kitosan. Kitosan adalah senyawa organik turunan kitin yang berasal dari biomaterial kitin yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan (Holipah dkk., 2010). Kitosan dapat digunakan sebagai pengawet karena sifat-sifat yang dimilikinya yaitu dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak (Juliana dkk., 2011). Kitosan umumnya dibuat dari limbah hasil industri perikanan, seperti udang, kepiting dan rajungan, yaitu dari bagian kepala ataupun kulit. Kitosan dapat melapisi produk yang diawetkan sehingga terjadi interaksi yang minimal antara produk dan lingkungan (Mahmiah, 2005).

Kitosan memiliki sifat anti mikroba dengan spektrum yang luas terhadap bakteri, jamur dan kapang. Mekanisme kitosan sebagai anti mikroba dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: 1) interaksi dengan menghambat membran sel, 2) inaktivasi enzim-enzim, dan 3) perusakan bahan-bahan genetik mikroba. Aktivitas anti mikroba kitosan bergantung pada derajat deasetilasi, berat molekul, pH media, suhu, dan komponen lain (Karina, 2012). Kitosan mempunyai sifat *biodegradabel* yaitu mudah terurai secara hayati, tidak beracun, dapat larut dalam larutan asam organik encer tetapi tidak larut dalam air, larutan alkali pada pH di atas 6,5 dan pelarut organik lainnya. Pelarut kitosan yang baik adalah asam asetat (Isnaini, 2009). Dari beberapa penelitian menyebutkan kemampuan pelapisan kitosan sangat baik untuk memperpanjang masa simpan dan mengontrol kerusakan buah dan sayuran yaitu dengan cara menurunkan kecepatan respirasi, menghambat pertumbuhan kapang, dan menghambat pematangan dengan mengurangi produksi etilen dan karbondioksida. Penelitian yang telah banyak dilakukan pada bahan segar ialah pada buah seperti leci, belimbing, dan tomat.

Selain bahan pelapis, alternatif lain untuk menahan laju respirasi dalam penanganan pasca panen buah dan sayur diantaranya adalah penggunaan kemasan. Kemasan digunakan untuk membatasi antara bahan pangan dan lingkungan yang bertujuan untuk menunda proses kerusakan dalam jangka waktu yang diinginkan, baik berupa kerusakan fisik maupun kerusakan kimia. Kemasan sangat erat kaitannya dengan penyimpanan. Semakin baik bahan kemasan tersebut maka umur simpan bahan pangan akan semakin panjang.

Salah satu bahan pengemas yang umum digunakan oleh masyarakat adalah plastik. Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas mempunyai keunggulan dibandingkan pengemas lain karena sifatnya ringan, transparan, kuat, dan permeabilitas terhadap uap air, CO₂ dan O₂. Pengemasan menggunakan plastik merupakan salah satu bentuk penyimpanan dengan sistem penyimpanan atmosfer termodifikasi. Salah satu jenis plastik yang dapat digunakan sebagai bahan pengemas ialah *plastic wrapping*. Pengemasan dengan *plastic wrapping* umumnya digunakan untuk berbagai jenis produk termasuk produk hortikultura segar seperti sayuran dan buah-buahan. Keunggulan kemasan *plastic wrapping* yaitu memiliki bobot yang ringan, bersih, dan permukaannya halus (Johansyah dkk., 2014).

Berdasarkan uraian diatas, kitosan memiliki sifat yang baik dari segi kualitas sebagai pelapis. Pelapis kitosan telah diuji, begitu pula plastik pengemas juga telah diuji, namun belum pernah diuji dalam satu penelitian pada jenis sayuran. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruhpelapis kitosan dan kemasan *plastic wrapping* terhadap masa simpan brokoli pada suhu ruang.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh pelapis kitosan terhadap masa simpan brokoli.
2. Mengetahui pengaruh kemasan *plastic wrapping* terhadap masa simpan brokoli.
3. Mengetahui pengaruh kombinasi pelapis kitosan dan kemasan *plastic wrapping* terhadap masa simpan brokoli.

1.3 Kerangka Pemikiran

Brokoli adalah salah satu sayuran bunga yang mudah rusak. Brokoli memiliki masa simpan yang pendek, yaitu 1-2 hari pada kondisi suhu 20° C, 2-6 hari pada kondisi suhu 4° C, 1-2 minggu pada kondisi suhu 0° C dan dikemas dalam kotak *polystyrene* yang diberi es. Masa simpan brokoli yang pendek dapat menurunkan kualitas brokoli. Kerusakan ini disebabkan faktor mekanisme dan biologis. Kerusakan brokoli dapat dilihat dari kesegarannya yang dapat diketahui dari laju respirasi. Laju respirasi sayuran dipengaruhi oleh faktor luar dan faktor dalam. Faktor dalam yang mempengaruhi laju respirasi adalah tingkat perkembangan organ tanaman, ukuran produk, lapisan alamiah dan jenis jaringan. Faktor luar yang mempengaruhi laju respirasi adalah suhu, konsentrasi gas oksigen dan karbondioksida yang tersedia, zat-zat pengatur tumbuh dan kerusakan yang ada pada buah dan sayuran, sehingga dengan *edible coating* laju respirasi sayuran dan buah dapat diperlambat (Bafdal et al, 2007).

Salah satu bahan yang digunakan untuk *edible coating* pada buah dan sayuran adalah kitosan yang merupakan polisakarida berasal dari limbah kulit udang (*Crustaceae*, kepiting). Kitosan mempunyai potensi yang cukup baik sebagai pelapis buah dan sayuran. Sifat lain kitosan adalah dapat menginduksi enzim kitinase pada jaringan tanaman. Enzim ini dapat mendegradasi kitin yang menjadi penyusun utama dinding sel fungi, sehingga dapat digunakan sebagai fungisida (Ghouth et al, 1991).

Umumnya kitosan mempunyai efek bakterisidal lebih kuat terhadap bakteri gram positif seperti *Listeria monocytogenes*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, dan *Lactobacillus bulgaricus*, dibandingkan dengan bakteri gram negatif seperti *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Salmonella typhimurium*, dengan konsentrasi kitosan 0,1% (No et al. 2002). Kitosan sebagai komponen larutan *edible coating* akan lebih efektif sebagai pengawet, sementara bila dicampurkan dalam media film, kitosan akan terjatuh di dalam matriks sehingga aktivitas mikroba menurun (Pranoto et al. 2005., Chi et al. 2006).

Kitosan merupakan bahan kimia berbentuk serat dan merupakan kopolimer berbentuk lembaran tipis, berwarna putih maupun kuning dan tidak berbau, sangat cocok sebagai pengembangan *edible coating* karena memiliki sifat anti mikroba yang hampir sama dengan sifat anti bakteri dari desinfektan. Kitosan sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan anti mikroba, karena mengandung enzim *lysozyme* dan gugus *aminopolysakarida* yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri

disebabkan kitosan memiliki polikation bermuatan positif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan kapang (Wardaniati, 2009). Kitosan juga mampu berperan menghambat penurunan kandungan antosianin pada buah, seperti pada penelitian yang dilakukan Jiang dan Tsang (2005) membuktikan bahwa *edible coating* dengan konsentrasi kitosan 2% dalam 5% asam asetat mampu menghambat penurunan kandungan antosianin dan peningkatan aktivitas *polyphenol oxidase* pada penyimpanan leci.

Menurut penelitian Novita dkk. (1992) pelapis kitosan dengan konsentrasi 1% dan 2% dalam 0.25 N HCl mengurangi kecepatan respirasi dan produksi etilen pada tomat. Tomat yang dilapis dengan kitosan lebih keras, titrasi keasaman lebih tinggi, dan lebih sedikit pigmentasi merah dibandingkan kontrol setelah penyimpanannya selama 4 minggu pada suhu 20⁰C. Berdasarkan hasil penelitian Wati Anggraeni (2008), buah dengan diberikan perlakuan kemasan *plastic wrapping* yang diberi pelapis kitosan maupun lilin mempunyai daya simpan 30 hari pada suhu kamar dan 35 hari pada suhu dingin. Buah yang dikemas dengan *plastic wrapping* tanpa pelapis mampu bertahan sampai 25 hari pada suhu kamar dan 30 hari pada suhu dingin, sedangkan buah tanpa perlakuan mempunyai masa simpan 15 hari pada suhu kamar dan 20 hari pada suhu dingin.

1.4 Hipotesis

1. Pelapis kitosan dapat memperpanjang masa simpan brokoli.
2. Kemasan *plastic wrapping* dapat memperpanjang masa simpan brokoli.
3. Terdapat interaksi antara pelapis kitosan dan kemasan *plastic wrapping* dalam memperpanjang masa simpan brokoli.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Brokoli

Brokoli (*Brassica Oleracea*, L.) termasuk kedalam tanaman kubis-kubisan dengan bunga muda yang telah terdiferensiasi sempurna dan bagian atas batang yang lembut dan batang lebih tinggi dengan ruas yang lebih panjang sehingga dapat membedakan dengan jenis tanaman kubis lainnya seperti bunga kol. Daunnya terbagi dan bertangkai, berwarna hijau keabu-abuan hingga kebiruan (Rubatzky dkk., 1998). Jika dilihat dari bentuk morfologinya, brokoli termasuk jenis sayuran bunga karena yang dikonsumsi adalah bagian bunganya, sedangkan berdasarkan kecepatan laju respirasinya, brokoli termasuk dalam jenis sayuran yang memiliki laju respirasi sangat tinggi sehingga brokoli digolongkan dalam sayuran yang mudah sekali mengalami kerusakan. Klasifikasi brokoli adalah sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta
Sub divisi : Angiospermae
Klas : Dicotyledonae
Famili : Cruciferae
Genus : Brassica
Spesies : Brassica oleracea L. var. Italic



Gambar 1. Brokoli (*Brassica oleracea* L var. Royal green)

Sistem perakaran brokoli relatif dangkal, dapat menembus kedalaman 60-70 cm. Brokoli memiliki akar serabut dan akar tunggang. Akar tunggang tumbuh ke pusat bumi, sedangkan akar serabut tumbuh ke arah samping, menyebar dan dangkal sekitar 20 cm – 30 cm. Sistem perakaran yang dangkal itu membuat tanaman ini dapat tumbuh dengan baik apabila ditanam pada tanah yang gembur dan porous. Batang tumbuh tegak dan pendek sekitar 30 cm, batang tersebut berwarna hijau, tebal, lunak, namun cukup kuat dan bercabang samping. Batang tersebut halus tidak berambut, dan tidak begitu tampak jelas karena tertutup oleh daun (Cahyono, 2001).

Brokoli memiliki daun yang berbentuk bulat telur dengan bagian tepi daun bergerigi agak panjang dan membentuk celah-celah yang menyirip agak melengkung kedalam. Daun berwarna hijau dan tumbuh berselang-seling pada batang tanaman, tangkainya agak panjang dengan pangkal daun yang tebal dan lunak. Daun-daun yang tumbuh pada pucuk batang sebelum masa bunga terbentuk, berukuran kecil dan melengkung ke dalam melindungi bunga yang sedang mulai tumbuh. Bunga brokoli merupakan kumpulan masa bunga yang berjumlah lebih dari 5.000 kuntum bunga bersatu dan membentuk bulatan tebal

serta padat dan kompak. Warna bunga sesuai dengan varietasnya, ada yang memiliki masa bunga hijau muda, hijau tua, hijau kebiru-biruan atau ungu. Berat berkisar 0,6–0,8 kg dengan diameter antara 18–25 cm, tergantung pada varietasnya (Rukmana, 1995).

Pada kondisi lingkungan yang sesuai, massa bunga brokoli dapat tumbuh memanjang menjadi tangkai bunga yang penuh dengan kuntum bunga. Tiap bunga terdiri atas 4 helai daun kelopak, 4 helai daun mahkota bunga, 6 benang sari yang komposisinya 4 memanjang dan 2 pendek. Bakal buah terbagi menjadi dua ruang, dan setiap ruang berisi bakal biji. Buahnya terbentuk dari hasil penyerbukan bunga yang terjadi karena penyerbukan sendiri maupun penyerbukan silang dengan bantuan serangga lebah madu. Buah berbentuk polong, berukuran kecil, dan ramping, dengan panjang antara 3 cm–5 cm. Di dalam buah tersebut terdapat biji berbentuk bulat kecil, berwarna coklat kehitam-hitaman. Biji-biji tersebut dapat di pergunakan sebagai benih perbanyak tanaman (Cahyono, 2001).

2.1.1 Panen dan Penanganan Pasca Panen

Sayuran dan buah-buahan saat dipanen akan mengalami perubahan mutu atau kualitas. Mutu sayuran dan buah-buahan tersebut berangsur-angsur turun sejalan dengan transpirasi, respirasi, perubahan fisika dan biokimia, sehingga produk hasil tanaman akan mencapai suatu titik kerusakan yang tidak dapat lagi diterima oleh konsumen maupun oleh pengolah. Selama pertumbuhan dan pemasakan, sayuran dan buah sangat bergantung pada fotosintesis dan penyerapan air maupun mineral tanaman induknya. Tetapi setelah pemetikan, buah atau sayuran

merupakan suatu unit tersendiri yang tidak lagi bergantung pada tanaman induknya sehingga proses respirasi dan transpirasi merupakan fungsi utamanya (Sabari, 1994).

Brokoli segar mengalami penurunan mutu dengan sangat cepat sesaat setelah panen, hal ini disebabkan oleh respirasi yang relatif tinggi dan akan mudah mengalami kelayuan saat penyimpanan pada suhu ruang. Brokoli yang baru dipanen tersusun atas jaringan yang belum sempurna, kepala brokoli menunjukkan sanescence dan degradasi klorofil yang sangat cepat (Clarke et al, 1994). Penanganan pascapanen yang harus dilakukan dengan hati-hati untuk menaikkan kualitas brokoli agar penurunan mutu dapat diperkecil. Sifat-sifat penting yang menentukan kualitas brokoli adalah kepadatan, warna, keutuhan, dan besarnya diameter bunga. Brokoli mempunyai daya tahan sangat rendah setelah panen, kuncup bunganya akan cepat membuka dan berkembang. Warna bunga juga akan cepat berubah dari hijau ke kuning. Laju respirasi yang cepat menjadi ciri sayuran ini karena bagian bunga adalah organ yang disusun oleh jaringan muda dan sangat aktif dalam proses biologis (Sabari, 1994).

2.1.2 Respirasi

Sayur dan buah-buahan merupakan komoditas yang mudah rusak, karena proses fisiologis, mikrobiologis, fisik, dan mekanis. Kerusakan karena proses fisiologis disebabkan oleh reaksi-reaksi metabolisme dalam bahan makanan yang terjadi secara alamiah, sehingga mengakibatkan terjadinya pembusukan. Kerusakan mikrobiologis disebabkan oleh aktivitas mikroba yang menginfeksi buah-buahan. Kerusakan fisik dapat disebabkan cara permanen, hal ini dapat mengakibatkan

buah memar sehingga transpirasi cepat. Kerusakan secara mekanik dapat terjadi karena penanganan pascapanen, pengemasan, dan pengangkutan dengan kondisi kurang baik (Pujimulyani, 2009).

Respirasi pada dasarnya merupakan proses katabolisme dengan tujuan memperoleh energi yang diperlukan untuk proses-proses kehidupan. Umumnya buah-buahan menunjukkan kenaikan aktivitas respirasi, setelah buah-buahan dipetik. Kecepatan respirasi dapat menunjukkan bahwa cepat atau tidaknya perubahan komposisi yang terjadi dalam jaringan atau cepat lambatnya kerusakan buah-buahan. Hal tersebut menunjukkan bahwa respirasi yang berlangsung dalam buah-buahan berhubungan erat dengan masa simpannya. Respirasi tinggi biasanya disertai dengan ketahanan simpan yang pendek, karena buah-buahan maupun sayuran yang cepat mengkonsumsi oksigen serta membebaskan karbondioksida pada umumnya bersifat mudah rusak. Produk yang tahan disimpan lama setelah dipanen seperti pada biji-bijian, umbi-umbian tetapi banyak pula setelah produk tersebut dipanen tidak tahan lama untuk disimpan, seperti pada produk buah-buahan yang berdaging maupun produk hortikultura yang lunak-lunak seperti sayuran daun.

Agar proses metabolisme dalam suatu material hidup tersebut dapat berlangsung terus maka diperlukan persediaan energi yang cukup dan terus menerus, dan suplai energi tersebut diperoleh dari proses respirasi. Respirasi terjadi pada setiap makhluk hidup termasuk buah-buahan dan sayur-sayuran yang telah dipanen, yang merupakan proses konversi exothermis dari energi potensial menjadi energi kinetis. Secara umum proses respirasi dalam produk dapat dibedakan menjadi tiga

tingkat yaitu: pemecahan polisakarida menjadi gula sederhana, oksidasi gula menjadi asam piruvat, dan transformasi piruvat dan asam-asam organik lainnya menjadi CO₂, air, dan energi yang berlangsung (Pratignja Sunu dan Wartoyo, 2006).

2.1.3 Brokoli Mudah Rusak

Brokoli memiliki suatu kelemahan yaitu masa simpan yang pendek. Brokoli adalah salah satu sayuran bunga yang mudah rusak, karena bunga brokoli tersusun atas jaringan muda yang masih aktif dalam proses biologis sehingga perlu suatu upaya agar sayur brokoli tetap terjaga keseegarannya atau tidak cepat rusak. Kerusakan ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu mekanis dan biologis. Nilai kesegaran pada brokoli bisa diketahui dari laju respirasi, yang akan mempengaruhi susut berat, tekstur, kadar air, perubahan warna, kandungan vitamin C atau aktifitas fisiologi maupun mikrobiologi semakin meningkat (Rukmana, 1994). Untuk menjaga agar produk selepas panen tetap tahan lama, maka proses metabolisme harus ditekan serendah mungkin dengan cara penyimpanan dan pengemasan (Ashari, 2006).

Kerusakan produk pascapanen umumnya proporsional mengikuti laju respirasi. Semakin tinggi laju respirasi, biasanya disertai dengan masa simpan yang pendek. Laju respirasi produk hortikultura selain dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban juga dipengaruhi oleh komposisi gas terutama O₂ dan CO₂ di sekitar produk (Rokhani, 2008). Respirasi adalah pemecahan bahan-bahan organik yang dikandung oleh produk hortikultura yaitu karbohidrat, protein, lemak menjadi

bahan-bahan yang lebih sederhana dengan melepaskan energi yaitu panas, dan dalam prosesnya menggunakan O₂ dan dilepaskan CO₂ (Kader, 2001).

Brokoli (*Brassica oleraceae* L) merupakan salah satu komoditi hortikultura yang mudah rusak karena memiliki kandungan air yang tinggi mencapai 90%, dan kelas laju respirasi yang sangat tinggi. (Utama, 2001., Rokhani, 1995). Kondisi paparan suhu 25°C dan RH 96% menyebabkan kehilangan berat brokoli setelah dipanen semakin meningkat hingga mencapai 7% selama penyimpanan sekitar 3 hari, sementara kandungan klorofilnya menurun sampai 30% (Aminudin, 2010).

Kerusakan lainnya yang berhubungan dengan brokoli setelah panen adalah perubahan kandungan pati, gula non reduksi, total gula terlarut dan kandungan gula reduksi (Finger, *et al.*, 1999). Rukmana (1994) dalam Bafdal (2007) menyebutkan kualitas brokoli dapat dilihat dari kekompakan bunga, kehijauannya, cacatnya, serta diameter bunganya. Potensi masa simpan brokoli kurang dari 2 minggu dalam udara dengan suhu dan RH optimum (Kader, 1993). Oleh karena itu setelah dipanen brokoli harus segera ditangani dengan baik dengan melakukan pra-pendinginan untuk menurunkan laju respirasi dan mencegah terjadinya pelayuan dan pembusukan (Rokhani, 1995).

Laju respirasi brokoli termasuk sangat tinggi (Kader, 1993., Hardenburg, Walada dan Wang, 1968). Semakin cepat laju respirasi maka semakin besar jumlah panas yang dilepaskan per satuan waktu. Laju respirasi besarnya bervariasi tergantung jenis komoditi, akan tetapi terutama dipengaruhi oleh suhu dan komposisi gas di sekitar komoditi tersebut (Kader, 1989). Menurut Fenema (1979) dalam Gunadnya (1993) agar keawetan sayur dan buah yang disimpan pada suhu rendah

maksimum, maka perlu usaha agar respirasi berlangsung pada laju yang rendah, laju respirasi yang tinggi biasanya disertai dengan umur simpan yang pendek, hal ini merupakan suatu petunjuk penurunan mutu.

2.2 Kitosan

Kitosan merupakan serbuk putih yang larut dalam asam, tidak dapat dicerna atau didegradasi di dalam saluran pencernaan, tetapi dapat diuraikan secara biologis di lingkungan oleh enzim kitinase dan kitonase yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Hirano 1996 diacu dalam Hardjito 2006). Kitosan termasuk salah satu jenis polisakarida yang dapat bersifat sebagai penghalang (*barrier*) yang baik karena pelapis polisakarida dapat membentuk matrik yang kuat dan kompak (Grenner dan Fennema 1994 diacu dalam Anityoningrum 2005). Kitosan memiliki sifat reaktivitas kimia tinggi yang menyebabkan mampu mengikat air dan minyak. Hal ini didukung oleh adanya gugus polar dan non polar yang dikandungnya. Oleh karena itu, kitosan dapat digunakan sebagai bahan pengental atau pembentuk gel yang sangat baik sebagai pengikat, penstabil dan pembentuk tekstur (Nurhayati, 2011).

Larutan kitosan yang dicampur dengan asam asetat berfungsi sebagai anti bakteri yang bersifat bakteriostatik. Efek hambatan pertumbuhan bakteri karena adanya proses deasetilasi yang baik. Semakin banyak gugus asetil yang hilang maka akan semakin kuat juga ikatan gugus aminonya. Gugus amino (NH_2) dalam keadaan asam akan menjadi polimer kationik dengan struktur linier. Gugus NH_2 yang bersifat kationik ini mampu mengikat bakteri sehingga metabolisme bakteri

terhambat dan berangsur-angsur bakteri tidak tumbuh lagi (Pelczar dan Chan 1988).

Kitosan dapat digunakan sebagai pengawet karena sifat-sifat yang dimilikinya yaitu dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak dan sekaligus melapisi produk yang diawetkan sehingga terjadi interaksi yang minimal antara produk dan lingkungannya. Berbagai hipotesis yang sampai saat ini masih berkembang mengenai mekanisme kerja kitosan sebagai pengawet adalah kitosan memiliki afinitas yang sangat kuat dengan DNA mikroba sehingga dapat berikatan dengan DNA yang kemudian mengganggu mRNA dan sintesa protein (Hadwiger dan Adams 1978; Hadwiger dan Loschke 1981 diacu dalam Hardjito 2006).

2.2.1 Sifat Fisika-Kimia Kitosan

Kitosan merupakan padatan amorf yang berwarna putih kekuningan. Kitosan larut pada larutan asam organik pada pH sekitar 4,0, tetapi tidak larut pada pH lebih besar dari 6,5, juga tidak larut dalam pelarut air, alkohol, dan aseton. Kitosan dapat larut dalam asam mineral pekat seperti HCl dan HNO₃, kitosan larut pada konsentrasi 0,15-1,1%, tetapi tidak larut pada konsentrasi 10%. Kitosan tidak larut dalam H₂SO₄ pada berbagai konsentrasi, sedangkan didalam H₃PO₄ tidak larut pada konsentrasi 1% sementara pada konsentrasi 0,1% sedikit larut. Kelarutan kitosan dipengaruhi oleh bobot molekul, derajat deasetilasi, dan rotasi spesifiknya yang beragam bergantung pada sumber dan metode isolasi serta transformasinya. Sifat fisika dan kimia kitosan telah dijadikan bagian dalam penentuan spesifikasi kitosan niaga (Sugita, 2009).

Kitosan larut dalam asam formiat dan asam asetat dan menurut Peniston dalam 20% asam sitrat juga dapat larut. Kitosan bersifat polikationik yang dapat mengikat lemak dan logam berat pencemar. Kitosan yang mempunyai gugus amina yaitu adanya unsur N bersifat sangat reaktif dan bersifat basa. Kitosan merupakan bahan alam sehingga lebih bersifat biokompatibel dan biodegradabel dibanding dengan polimer sintetik. Kitosan serta senyawa turunannya telah banyak diaplikasikan dalam berbagai industri. Nilai total perdagangan kitosan pada tahun 2002 mencapai 112 trilyun rupiah (Toharisman, 2007).

2.2.2 Kegunaan Kitosan

Pelapisan atau coating adalah suatu metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah maupun sayuran untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan kontak dengan oksigen, sehingga proses pemasakan dan reaksi pencoklatan buah dapat dihambat. Lapisan yang ditambahkan pada buah maupun sayuran tidak berbahaya bila dikonsumsi. Bahan yang digunakan sebagai *coating* harus dapat membentuk suatu lapisan penghalang kandungan air dalam buah dan dapat mempertahankan mutu serta tidak mencemari lingkungan misalnya *edible coating*. Salah satu bahan pelapis alami yang tidak beracun dan aman bagi kesehatan adalah kitosan (Isnaini, 2009).

Aplikasi kitosan sangat banyak dan meluas. Di bidang industri, kitosan berperan sebagai koagulan polielektrolit pengolahan limbah cair, pengikat dan penyerap ion logam, mikroorganisme, mikroalga, pewarna, residu pestisida, lemak, tannin, PCB (*polichlorinasi bifenil*), mineral dan asam organik, media kromatografi afinitas, gel dan pertukaran ion, pembentuk film dan membran mudah terurai,

meningkatkan kualitas kertas, pulp dan produk tekstil. Sementara dibidang pertanian dan pangan, kitosan digunakan untuk pencampur ransom pakan ternak, anti mikroba, anti jamur, serat bahan pangan, penstabil, pembawa zat aditif makanan, flavor, zat gizi, pestisida, herbisida, virusida tanaman, dan deasedifikasi buah-buahan, sayuran dan penjernih sari buah. Fungsinya sebagai anti mikroba dan anti jamur juga diterapkan di bidang kedokteran. Kitosan dapat mencegah pertumbuhan *Candida albicans* dan *Staphylacoccus aureus*.

Selain itu, biopolimer juga berguna sebagai anti koagulan, anti tumor, anti virus, penambahan dalam obat pembuluh darah, kulit dan ginjal sintetis, bahan pembuat lensa kontak, aditif pada kosmetik, membran dialisis, bahan *shampoo* dan kondisioner rambut, penstabil liposome, bahan ortopedik, pembalut luka dan benang bedah yang mudah diserap, serta mempertinggi daya kekebalan, dan anti infeksi (Sugita.2009).

Kitosan sebagai adsorben dapat berada dalam berbagai bentuk, antara lain bentuk butir, serpih, hidrogel, dan membran film. Kitosan sebagai adsorben sering dimanfaatkan untuk proses adsorpsi ion logam berat. Besarnya afinitas kitosan dalam mengikat ion logam sangat bergantung pada karakteristik makrostruktur kitosan yang dipengaruhi oleh sumber dan kondisi pada proses isolasi. Perbedaan bentuk kitosan akan berpengaruh pada luas permukaannya. Semakin kecil ukuran kitosan, maka luas permukaan kitosan akan semakin besar, dan proses adsorpsi pun dapat berlangsung lebih baik.

Pembuatan kitosan dalam bentuk butiran antara lain sebanyak 3 gram kitosan berbentuk serpihan dilarutkan dalam 100 ml larutan asam asetat 1%. Larutan

kitosan yang terbentuk ditetaskan pada larutan basa NaOH 4%, sehingga diperoleh butiran berbentuk bola dengan diameter rata-rata 2,5 mm. Kitosan butiran yang terbentuk dikumpulkan dan dicuci dengan akuades sampai pH netral membentuk kitosan dalam bentuk butiran yang digunakan untuk proses adsorpsi enzim katalase (Sugita, 2009).

Dalam penggunaannya kitosan tidak beracun dan mampu menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Kitosan juga dapat digunakan dalam penjernihan atau pengolahan air minum. Pemakaian kitosan pada pengolahan air minum lebih baik dari pada memakai alum maupun tawas dan PAC (*Poli Aluminium Clorida*), karena tawas dan PAC dapat mengakibatkan efek racun bagi kesehatan manusia (Roberts, 1991).

2.3 Pengemasan

Secara umum, pengemasan adalah suatu cara pengamanan terhadap produk supaya produk yang belum maupun yang sudah mengalami pengolahan sampai ketangan konsumen dengan baik. Pengemasan bahan pangan mempunyai tujuan utama yaitu untuk mengawetkan dan mempertahankan mutu serta kesegarannya, menarik selera konsumen, memberi kemudahan dalam penyimpanan dan distribusi serta dapat menekan peluang kontaminasi dari udara dan tanah oleh mikroba pembusuk maupun mikroba yang membahayakan kesehatan konsumen.

Di dalam pelaksanaan pengemasan terjadi gabungan antara seni, ilmu dan teknologi penyiapan bahan untuk pengangkutan dan penjualan, karena pengemasan harus mampu melindungi bahan yang akan dijual dan menjual bahan yang dilindungi. Pengemasan disebut juga pembungkusan, pewadahan atau

pengepakan yang memegang peranan penting dalam pengawetan bahan hasil pertanian. Pada umumnya pengemasan berfungsi untuk menempatkan bahan hasil pengolahan maupun hasil industri dalam bentuk-bentuk yang memudahkan penyimpanan, pengangkutan, dan distribusi ke masyarakat pembeli (Anonim, 2014).

Menurut Hall, dkk (1986), pengemasan berfungsi agar produk pangan mudah dan aman untuk transport, untuk mencegah kontaminasi, serta mencegah kerusakan dan perubahan-perubahan bahan pangan. Pengemasan bahan pangan harus mempunyai lima fungsi utama, yaitu:

1. Harus dapat mempertahankan produk agar bersih dan memberikan perlindungan terhadap kotoran dan pencemaran lainnya;
2. Harus memberi perlindungan bahan pangan terhadap kerusakan fisik, air, oksigen, dan sinar matahari;
3. Harus berfungsi secara benar, efisien dan ekonomis dalam proses pengepakan, yaitu selama pemasukan bahan pangan ke dalam kemasan;
4. Harus mempunyai tingkat kemudahan untuk dibentuk menurut rancangan, untuk dibuka dan ditutup kembali, dan kemudahan dalam penanganan dan pengangkutan; dan
5. Harus memberi pengenalan, keterangan dan daya tarik penjualan.

2.3.1 Kemasan Plastik

Salah satu bahan pengemas yang umum digunakan oleh masyarakat adalah plastik. Penggunaan plastik untuk kemasan cukup baik karena sifatnya yang menguntungkan seperti luwes, mudah dibentuk, mempunyai adaptasi yang tinggi terhadap produk, dan tidak korosif seperti logam. terdapat beberapa jenis bahan kemasan yang berupa plastik lentur, antara lain:

1. Polietilen

Film ini paling banyak digunakan untuk pembuatan kantung-kantung bagi konsumen. Bahan ini kuat, kedap air, tahan terhadap zat-zat kimia dan murah. Beberapa kantung jala juga terbuat dari plastik polietilen.

2. Selofan

Selofan biasa digunakan untuk membungkus nampan-nampan, pembuatan kantung-kantung atau sebagai tutup keranjang.

3. Hidroklorida Karet (Pliofilm)

Jenis film kuat lainnya yang mempunyai sifat kedap air berupa polietilen adalah pliofilm. Bahan ini dapat digunakan untuk wadah pro-komoditi serupa yang lebih berat. Bahan ini tidak tembus udara, air dan cairan-cairan.

4. PVC (*Film Polyvinil Clorida*)

Bahan ini merupakan film yang lebih mutakhir yang sekarang banyak digunakan untuk membungkus barang-barang yang segar. Beberapa jenis PVC misalnya asetat selulosa relatif mudah ditembus O₂ dan uap air. PVC bersifat lentur, mempunyai pori-pori kecil dan dapat menyusut bila dipanaskan.

Kemasan plastik banyak digunakan sebagai pengemas buah, sayuran, dan makanan. Plastik tersebut diantaranya adalah *plastic wrapping*, *aluminium foil*, dan plastik vakum. *Plastic wrapping* dan aluminium foil memiliki jenis bahan kemas polietilen maupun PVC. Sedangkan plastik vakum umumnya memiliki jenis bahan kemas polietilen. Polietilen merupakan salah satu jenis plastik yang memiliki sifat transparan sampai keruh, mudah dibentuk, lemas, gampang ditarik, dan daya rentang yang tinggi tanpa robek (Hardenberg, 1986). Selain itu polietilen juga bersifat fleksibel, lunak, dan mempunyai kekuatan benturan yang baik. Berdasarkan sifat permeabilitasnya yang rendah serta sifat-sifat mekaniknya yang baik, polietilen mempunyai ketebalan 0.001 sampai 0.01 inchi yang banyak digunakan sebagai pengemas makanan.

2.3.2 Edible Coating

Edible Coating adalah suatu lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk untuk melapisi makanan atau diletakkan diantara komponen makanan yang berfungsi sebagai penghalang terhadap perpindahan massa misalnya kelembaban, oksigen, cahaya, lipid, zat terlarut dan sebagai pembawa aditif serta untuk meningkatkan penanganan suatu makanan (Randy dkk., 2014). Pelapisan diterapkan pada produk makanan dengan mencelupkan, menyikat atau penyemprotan. Pelapis diterapkan dengan membungkus di permukaan sampel setelah terbentuk (Sonti, 2003). *Edible coating* telah lama dikenal untuk melindungi produk makanan sehingga lebih tahan terhadap kerusakan, karena dapat menghambat dehidrasi, menghambat respirasi, meningkatkan kualitas tekstur, membantu mempertahankan rasa dan mengurangi pertumbuhan mikroba. Telah

berkembang pesat penggunaan dan pengembangan bahan kemasan organik untuk memperpanjang masa simpan, mempertahankan kesegaran yang ditujukan untuk produk makanan (Han *et al.*, 2003).

Dalam mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpan dari beberapa buah-buahan dan sayuran segar, seperti apel dan ketimun dapat menggunakan *edible coating*. Buah-buahan dan sayuran biasanya dilapisi dengan cara pencelupan maupun penyemprotan dengan berbagai bahan yang dapat dimakan jadi membran semipermeabel terbentuk di permukaan untuk menekan respirasi, pengendalian kehilangan kelembaban (Lin and Zhao, 2007).

Beberapa bahan dasar pembuatan *edible coating* adalah bahan hidrokoloid (protein, polisakarida), lipid (lemak) dan komposit (campuran hidrokoloid dan lipid). Protein dapat diperoleh dari jagung, kedelai, keratin, kolagen, gelatin, kasein, protein susu, albumin telur dan protein ikan. Polisakarida dapat diperoleh dari selulosa dan turunannya (metil selulosa, karboksil metil selulosa, hidroksi propil metil selulosa), tepung dan turunannya, pektin ekstrak ganggang laut (alginat, karagenan, agar), gum (gum arab, gum karaya) (Darni *et al.*, 2009).

Banyak metode yang dapat digunakan dalam pengaplikasian *edible coating*. Beberapa metode untuk aplikasi *edible coating* pada buah dan sayuran, antara lain metode pencelupan (*dipping*), pembusaan (*foaming*), penyemprotan (*spraying*), penuangan (*casting*), dan aplikasi penetesan terkontrol. Metode pencelupan merupakan metode yang paling banyak digunakan terutama pada sayuran, buah, daging dan ikan, dimana produk dicelupkan ke dalam larutan yang digunakan sebagai *edible coating* (Harris, 2001).

2.4 Masa Simpan

Hasil atau akibat dari berbagai reaksi kimiawi yang terjadi didalam produk makanan bersifat akumulatif dan ireversibel (tak dapat dipulihkan kembali) selama penyimpanan, sehingga pada saat tertentu hasil reaksi tersebut mengakibatkan mutu makanan tak lagi dapat diterima. Jangka waktu akumulasi hasil reaksi yang mengakibatkan mutu produk makanan tidak lagi dapat diterima lagi disebut jangka waktu kedaluarsa (Syarief dan Halid, 1993). Umur simpan merupakan aspek yang penting dalam desain produk, karena menyangkut keamanan dan tingkat kepercayaan konsumen. Ketika produk dalam kondisi yang tidak dapat dikonsumsi, dapat dikatakan bahwa produk telah mencapai akhir simpan. (Tookis et all, 2003).

2.4.1 Definisi Masa Simpan

Menurut Arpah dan Syarief (2000) menyatakan masa simpan adalah kurun waktu ketika suatu produk makanan akan tetap aman, mempertahankan sifat sensori, kimia, fisik, dan mikrobiologi tertentu, serta sesuai dengan keterangan pelabelan data nutrisi, ketika disimpan pada kondisi tertentu. Keterangan mengenai umur simpan diinformasikan kepada konsumen produk makanan dalam bentuk label supaya mereka dapat mengetahui waktu dan kondisi antara waktu pembelian hingga konsumsi. Secara umum, ada tiga macam komponen penting yang berhubungan dengan umur simpan, yaitu perubahan mikrobiologis (terutama untuk produk dengan umur simpan yang pendek), serta perubahan kimia dan sensori (terutama untuk produk dengan waktu simpan menengah hingga lama). Floros (1993) menambahkan bahwa umur simpan adalah waktu yang diperlukan

produk pangan yang berada dalam kondisi penyimpanan, untuk sampai pada suatu level atau tingkatan degradasi mutu tertentu.

Menurut Syarief *et al.*, (1993), beberapa faktor yang mempengaruhi umur simpan bahan pangan yang dikemas adalah sebagai berikut:

1. Keadaan alamiah atau sifat makanan dan mekanisme berlangsungnya perubahan seperti kepekaan terhadap air dan oksigen serta kemungkinan terjadinya perubahan kimia internal dan fisik.
2. Ukuran kemasan dalam hubungannya dengan volume.
3. Kondisi atmosfer terutama suhu dan kelembaban dimana kemasan dapat bertahan selama transit dan sebelum digunakan.

Perusahaan makanan telah menetapkan standart “close code” untuk mengindikasikan waktu proses dan pengemasan seperti hari dan tahun atau jam pada pengemas primer atau sekunder. Seiring dengan perkembangan konsumen yang ingin serba tahu, sistem “opening dating” diterapkan sehingga kode tersebut mudah dibaca dan memberikan informasi pada konsumen lebih merasa aman saat mengkomsumsinya. Ada beberapa tipe penulisan tentang umur simpan:

1. Pack date: menunjukkan tanggal sewaktu produk dikemas dalam kemasan primer. Tapi tipe ini tidak memberikan informasi yang spesifik tentang berapa lama produk bertahan setelah dibeli.
2. Display date: menunjukkan tanggal sewaktu produk diletakkan pada rak penjual.

3. Pull date atau sell by date: menunjukkan tanggal terakhir produk harus dijual dengan tujuan untuk memberikan jangka waktu bagi konsumen untuk mengkonsumsinya.
4. Best before best if used by date: tanggal terakhir kualitas tinggi maksimum.
5. Use by date/expiration date: tanggal setelah makanan tidak lagi berada pada tingkat kualitas yang biasa diterima (Robetson 1993).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Laboratorium Mikrobiologi hasil Pertanian, dan Laboratorium Pengawasan Mutu Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada April sampai dengan Mei 2016

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah brokoli yang diperoleh dari salah satu pedagang di Pasar Gintung Bandar Lampung, bubuk kitosan yang diperoleh dari PT. Surindo, asam asetat, aquades, media PCA, *plastic wrapping* ketebalan 0,01 mm, dan alkohol 70% yang diperoleh dari laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung.

Alat-alat yang digunakan adalah timbangan analitik (Mettler M3000 Swiszerlan), pisau, baskom, erlenmeyer, jarum ose, autoklaf (WiseclaveTM), cawan petri, labu ukur, pipit tetes, kapas, gelas ukur, inkubator (Heraeus D-6450 Hanau), bunsen, mikro pipet 1000 μ L (Thermo Scientific, Finnpiptette F3), tabung reaksi, rak tabung reaksi.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun secara faktorial dalam rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi kitosan yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0%, 1%, 2%, dan 3%. Faktor kedua adalah pengemasan yang terdiri dari 2 jenis yaitu penggunaan *plastic wrapping*, dan tanpa penggunaan *plastic wrapping*. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan pada masing-masing perlakuan dan dilakukan pengamatan terhadap susut bobot, total mikroba, dan organoleptik warna selama 5 hari (hari ke-1, ke-3, dan ke-5). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam ANOVA dan kementerian data diuji dengan uji Tukey dan apabila menunjukkan adanya perbedaan baik yang nyata maupun sangat nyata, maka dilanjutkan dengan polinomial ortogonal pada taraf 1% dan 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas beberapa tahap yaitu penyiapan larutan kitosan, aplikasi *edible coating* pada brokoli, aplikasi kemasan *plastic wrapping* pada brokoli, dan analisis uji pada brokoli.

3.4.1. Penyiapan larutan kitosan

Edible coating dengan konsentrasi kitosan 1%, 2%, dan 3% (b/v) dibuat dengan cara melarutkan 10 gram kitosan dalam total volume 1000 ml dengan asam asetat 1%, diaduk pada suhu 40°C sampai larut. (Nurhayati, dkk, 2014).

3.4.2. Aplikasi *edible coating* pada brokoli

Brokoli dicuci hingga bersih dan ditiriskan. Brokoli yang telah disiapkan direndam ke dalam larutan kitosan (0%, 1%, 2%, dan 3%) pada suhu kamar selama 15 menit, dan dikeringanginkan.

3.4.3 Aplikasi kemasan *plastic wrapping* pada brokoli

Setelah proses pencelupan selesai dan pelapis mulai kering, brokoli dikemas dengan *plastic wrapping*, dan tanpa dikemas. Brokoli yang dikemas *plastic wrapping* dilakukan dengan cara brokoli dibalut menggunakan *plastic wrapping* yang sudah direntangkan. Kemudian, brokoli disimpan pada suhu kamar (25°-30°C) kemudian dilakukan analisis uji terhadap susut bobot, total mikroba, dan organoleptik warna pada brokoli dari masing-masing perlakuan tersebut pada masa simpan, hari ke 1, hari ke 3 dan hari ke 5.

3.5 Analisis Uji pada Brokoli

3.5.1 Penentuan Susut Bobot

Penentuan susut bobot dilakukan dengan cara melakukan penimbangan pada brokoli sebelum dan sesudah diberikan perlakuan dengan menggunakan perhitungan. Persentase susut bobot dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ susut bobot} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat sebelum penyimpanan (gram)

B = berat sesudah penyimpanan (gram)

3.5.2 Total Mikroba (*Total Plate Count*)

Analisis total mikroba dilakukan dengan merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2332.3-2006). Sampel secara aseptik ditimbang 5 gram dalam Erlenmeyer steril, kemudian ditambahkan 45 ml larutan NaCl sebagai pengencer sampel, dihomogenkan sehingga diperoleh suspensi pengenceran 10^{-1} , kemudian dibuat pengenceran 10^{-2} , pengenceran 10^{-3} , atau sesuai pengenceran yang diperlukan. Untuk uji Angka Lempeng Total Bakteri, dari setiap pengenceran dipipet 1 ml ke dalam cawan petri dan dibuat duplo. Ke dalam setiap cawan petri dituangkan 12-15 ml media PCA yang masih cair dengan suhu $45 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Media PCA dan contoh diputar kebelakang, kedepan, kekanan dan kekiri agar tercampur merata dan memadat. Setelah media memadat cawan petri dibalik dan diinkubasi pada suhu 35°C selama 48 ± 2 jam. Pertumbuhan koloni pada setiap cawan petri yang mengandung 25-250 koloni dicatat setelah 48 jam.

Setelah masa inkubasi, jumlah koloni yang tumbuh pada cawan dihitung dengan rumus:

$$\text{Jumlah koloni} = \text{jumlah koloni pada cawan} \times 1/\text{faktor pengenceran}$$

3.5.3 Uji Organoleptik

Penilaian organoleptik yang dilakukan ialah uji warna yang menggunakan uji skoring. Uji organoleptik dilakukan oleh 20 panelis. Penilaian dilakukan melalui pengisian kuesioner. Contoh kuesioner yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kuesioner organoleptik warna

Sampel	: Brokoli							
Nama	:							
Tanggal	:							
Dihadapan anda disajikan 8 sampel brokoli yang telah diberi kode acak. Berikan penilaian anda terhadap warna pada produk dengan memberikan skor dari 1-5 sesuai dengan penilaian anda.								
Parameter	031	309	191	321	204	587	345	546
Warna								
Keterangan:								
Warna								
5= Sangat hijau								
4= Hijau								
3= Hijau kekuningan								
2= Kuning kehijauan								
1= kuning								

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh konsentrasi kitosan sebagai *edible coating* terhadap masa simpan brokoli. Konsentrasi 3% mampu memberikan pengaruh lebih baik dalam menghambat perubahan persentase susut bobot, menghambat pertumbuhan mikroba, dan perubahan warna selama penyimpanan.
2. Perlakuan kemasan *plastic wrapping* mampu memberikan pengaruh dalam menghambat perubahan persentase susut bobot dan perubahan warna pada brokoli selama penyimpanan.
3. Kombinasi pelapis kitosan dan kemasan *plastic wrapping* mampu memberikan pengaruh lebih baik dalam menghambat perubahan persentase susut bobot, menghambat pertumbuhan mikroba, dan perubahan warna.
4. Kombinasi pelapis kitosan dengan konsentrasi 3% dan kemasan *plastic wrapping* memberikan masa simpan tertinggi yaitu 5 hari penyimpanan pada suhu ruang, sedangkan kontrol hanya bertahan 3 hari penyimpanan pada suhu ruang.

5.2 Saran

Pengemasan sebaiknya dilakukan setelah produk benar-benar kering dari pelapisnya, sehingga produk tidak lembab dan dapat mencegah timbulnya kerusakan. Serta perlu pengkajian lebih lanjut yang berkaitan dengan metode pelapisan seperti dengan memperbaiki metode pencelupan atau dengan mencoba menggunakan metode aplikasi lainnya sehingga memberikan hasil yang lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin. 2010. *Kajian Pola Respirasi Dan Mutu Brokoli (Brassica Oleraceae L. Var Italic) Selama Penyimpanan Dengan Beberapa Tingkatan Suhu*.[http://www.stppmedan.ac.id/pdf/Jurnal % 20 Vol % 205/4-Aminudin.pdf](http://www.stppmedan.ac.id/pdf/Jurnal%20Vol%205/4-Aminudin.pdf) [17 Desember 2015].
- Anggraeni, W. 2007. Penggunaan Bahan Pelapis Dan Plastik Kemasan Untuk Meningkatkan Daya Simpan Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L.*). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 75 pp.
- Anityoningrum H. 2005. Pengaruh *edible coating* Kitosan terhadap Mutu Organoleptik Ikan Asin Kering di Muara Angke Jakarta Utara. Skripsi. Bogor: Departemen Teknologi Hasil Perairan. Institut Pertanian Bogor.
- Anonim. 2014. Pengaruh Konsentrasi Kitosan dan Lama Perendaman sebagai *edible coating* terhadap Kualitas Brokoli (*Brassica oleracea L.*). [http : // etheses.uin-malang.ac.id/1071/3/10620025%20Pendahuluan.pdf](http://etheses.uin-malang.ac.id/1071/3/10620025%20Pendahuluan.pdf). (11 November 2015).
- Arpah. Hermanianto dan Jati W. K. 1999. Penentuan Umur Simpan Produk Ekstruksi Dari Hasil Samping Penggilingan Padi (Menir Dan Bekatul) Dengan Metode Konvensional, Kinetika Arrhenius Dan Sorpsi Ishotermis Seminar teknologi pangan
- Ashari, S., 2006. *Hortikultura Aspek Budidaya*. UI Press, Jakarta.
- Asril, Zikra. 2009. *Analisis dan Desain Indikator Kinerja Rantai Pasokan Brokoli (Brassica Oleracea) di Sentra Hortikultura Cipanas-Cianjur, Jawa Barat*. Bogor: Skripsi IPB.
- Badan Pusat Statistik. 2012. <http://www.bps.go.id/>. Produksi Sayuran Indonesia. Diakses Tanggal 20 Juni 2016.
- Bafdal, N. 2007. *Packaging Optimization for Transporting Broccoli at Low Temperatur*. Joint Research Between The Padjadjaran University and The Korea Research Institute Bandung, Indonesia December.
- Cahyono, B. 2001. *Kubis Bunga dan Broccoli*. Yogyakarta: Kanisius.

- Darni, Yuli, Utami dan Asriah. 2009. Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradable Pati Tapioka Dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut (*Euchema spinosum*). *Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Lampung*. [ml.scribd.com/doc/72766632/17 Yuli-Darni-FT](http://ml.scribd.com/doc/72766632/17-Yuli-Darni-FT)
- Elizabeth, A. Baldwin and Robert Hagenmaier. 2012. *edible coating and Films to Improve Food Quality*. CRC Press. United State of America.
- Floros, J. D. 1993. Shelf life prediction of package food. Di dalam shelf life Studies of Food and Beverage. Chemical, Biological and nutritional aspect (G. Charalambous, ed) Elsevier. London
- Gunadnya IBP. 1993. *Pengkajian Penyimpanan Salak Segar (Salacca edulis Reinw) dalam Kemasan Film dengan Modified Atmosphere* [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Ghaout, A.E. 1991. Chitosan Coating Effect on Storability and Quality of Fresh Strawberries. *Journal of Food Science*. 56(6)
- Hafdani, F.N. and Sadeghinia. N., 2011. *A Review on Application of Chitosan as a Natural Antimicrobial*. World Academy of Science. Engineering and Technology, 50.
- Hall, C. W., R. E. Hardenburg, dan Er. B. Pantastico. 1986. Pengemasan untuk konsumen dengan plastik, hal. 478-480. *Dalam: E. R. B. Pantastico (Ed.). Fisiologi Pasca Panen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika*. Universitas Gajah Mada Pres. Yogyakarta.
- Han, J.H. and Gennadios, A. 2003. Edible films and coatings: A review. In *Innovations in Food Packaging*, ed. J.H. Han, pp. 239–262. London, U.K.: Elsevier
- Handayani, R.T. 2008. *Pengemasan Atmosfer Jamur Tiram Putih*. (Skripsi). Departemen Teknologi Industri Pertanian Fkultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Hardjito L. 2006. Aplikasi kitosan sebagai bahan tambahan makanan dan pengawet. Di dalam: Santoso J, Trilaksani W, Nurhayati T, Suseno SH, (eds). *Prospek produksi dan aplikasi kitin-kitosan sebagai bahan alami dalam membangun kesehatan masyarakat dan menjamin keamanan produk*. *Prosiding seminar nasional kitin-kitosan 2006*; Bogor, 16 Maret 2006. Bogor: Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Hardenberg, R. E. 1986. Dasar-dasar pengemasan, hal. 447-477. *Dalam: E. R. B. Pantastico (Ed.). Fisiologi Pasca Panen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika*. Universitas

Gajah Mada Pres. Yogyakarta.

- Holipah, S. N., Wijayanti, E. dan Saputra, V. 2010. Aplikasi Kitosan Sebagai Pengawet Alami Dalam Meningkatkan Mutu Simpan Produk Pasca Panen. *PKM Gagasan Tertulis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ida, P. 2009. Kajian Penyimpanan Buah Salak Segar pada Pengemasan Plastik Polyethylen Terperforasi dalam Atmosfer Termodifikasi. *In Prosiding Seminar Nasional FTP UNUD* ISBN: 978-602-8659-02.P 116-122.
- Isnaini, N. 2009. *Pengaruh Edible Coating Terhadap Kecepatan Penyusutan Berat Apel Potongan*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas teknik, Universitas Surabaya.
- Johansyah,A. Erma,P. dan Endang K. 2014. Pengaruh Plastik Pengemas *Low Density Polyethylene (LDPE)*, *High Density Polyethylene (HDPE)* dan *Polipropilen (PP)* Terhadap Penundaan Kematangan Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*.Mill). *Buletin Anatomi dan Fisiologi* Vol. 22. No.1.
- Jiang, dan Tsang, G. 2005. Lycopene in Tomatoes and Prostate Cancer. <http://www.healthcastle.com> [12 November 2015].
- Juliana, E. Nurwida, A. Saputra, V. 2011. Aplikasi Kitosan sebagai Coating (Pelapis) dalam Meningkatkan Mutu dan Mempertahankan Viabilitas dan Vigor Benih. *Program kerja Mahasiswa*. IPB.
- Harris, H. 2001. Kemungkinan Penggunaan Edible Film dari Pati Tapioka. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol 3(2):hlm 99-106
- Kader, A.A., 2001. Tamarillo: Recommendation for Maintaining Post Harvest Quality. Departemen of Phonology-University of California, Davis.
- Karina, A.R. 2012. Pengaruh Macam dan Kadar Kitosan terhadap Umur Simpan dan Mutu Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Fakultas pertanian Universitas Gadjah Mada*. Yogyakarta.
- Khomsan,A. 2009. *Rahasia Sehat Dengan Makanan Berkhasiat*. Jakarta: PT. Kompas Media Nusantara.
- Krotcha, J.M. 1992. *Control of Mass Transfer in Food with Edible Coatings and Film*. *Advances in Food Engineering*. CRC Press, Boca Raton, F.L. : 517 – 538.
- Lin, D. and Y. Zhao. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Food Sci. Food Safety* 6(3): 60–75.

- Mahmiah. 2005. Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Sebagai Bahan Dasar Isolasi Chitin dan Kitosan. *Jurnal Perikanan*, 2 (1) : 71-75.
- Musaddad, D. 2002. Mempelajari Efektifitas Pelapis Edibel Chitosan pada Buah Tomat Segar Selama Penyimpanan di Suhu Kamar dan Suhu Dingin. Tesis. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- No, H.K., N.Y. Park, S.H. Lee, dan S.P. Meyers. 2002. Antibacterial activity of kitosan and kitosan oligomers with different molecular weight. *Int. J. Food Microbiol.* 74(1-2): 65-72.
- Novita, M. Satriana, M. Rohaya, S. Hasmarita, E. 2012. Pengaruh Pelapisan Kitosan terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tomat Segar (*Lycopersicum pyriforme*) pada Berbagai Tingkat Kematangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia.* 4(3).
- Nurhayati, T. Hanum, A. Rangga dan Husniati. 2014. Optimasi Pelapisan Kitosan untuk Meningkatkan Masa Simpan Produk Buah-Buahan Segar Potong. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian.*19(2):161-178.
- Nurhayati, Agusman. 2011. Edible Film Kitosan Dari Limbah Udang. Sebagai Pengemas Pangan Ramah Lingkungan. *J of Squalen Vol.(6 No.1), Mei 2011:1-7.*
- Nurrachman. 2004. Pengaruh Pelapisan Chitosan terhadap fisiologi Pasca Panen. Tesis. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pranoto, Y., V.M. Salokhe, and S.K. Rakshit. 2005. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. *J. Food Res. Intl.* 38: 267–272.
- Pelczar WJ, Chan ECS. 1988. Dasar-dasar Mikrobiologi. Volume 1 dan 2. Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS, Angka SL, penerjemah. Jakarta: UI Press. Terjemahan dari : *Elements of Microbiology.*
- Pujimulyani, D. 2009. *Teknologi Pengelolaan Sayur-Sayuran dan Buah-buahan.* Graha Ilmu. Yogyakarta. 285 pp.
- Restuati M. 2008. Perbandingan chitosan kulit udang dan kulit kepiting dalam menghambat pertumbuhan kapang *Aspergillus flavus*. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi; 2008 Nov 17; Lampung (ID): Satek.* hlm 582-590.
- Roberts.G.A. 1991. *Chitin Chemistry.* Nottingham Politechnic. USA: Mc Millan.

- Robetson, G. L. 1993. *Food Packing Principle and Practice*. Marcell dekker, inc New York.
- Rochman.2007.Kajian Teknik Pengemasan Buah Pepaya Dan Semangka Terolah Minimal Selama Penyimpanan Dingin. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rokhani H. 1995. *Disain Sistem Pengukuran Laju Transpirasi Buahbuahan/ Sayuran pada Ruang Atmosfir Terkendali [Laporan Penelitian]*. Bogor: Jurusan Mekanisasi Pertanian FATETA Institut Pertanian Bogor.
- Rubatzky, V. E. dan M. Yamaguchi, 1998. *Sayuran Dunia 2 Prinsip, Produksi, dan Gizi*. ITB, Bandung.
- Rukmana, R. 1995. *Budidaya Kubis Bunga & Brokoli*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sabari, S.D., J. Rajagukguk dan A. Dwiwijaya. 1994. *Pengaruh Kimia dan Suhu Penyimpanan terhadap Daya Simpan Kubis Bunga*. *Jurnal Hortikultura*. Vol 4(2).
- Safaryani, N. 2007. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Penurunan Kadar Vitamin C Brokoli (*Brassica oleracea L.*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. (15) 2.
- Santoso, B. 2001. *Fisiologi dan Biokimia pada Komoditi Panenan Hortikultura*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Satyajaya, W dan O. Nawansih. 2008. Pengaruh Konsentrasi Kitosan sebagai Bahan Pengawet terhadap Masa Simpan Mie Basah. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*, Vol. 13, No. 1.
- Sitorus, F. S. 2014. Pengaruh Konsentrasi Kitosan Sebagai *Edible Coating* Dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Buah Jambu Biji Merah. *J. Rekayasa pangan dan pet.*, Vol.2.
- Simpson, B.K. 1997. Utilization of Chitosan for Preservation of Raw Shrimph. *Food Biotechnology II*. 25-44.
- Sonti, Sirisha. 2003. Consumer Perception and Application of *Edible coating* on Fresh-Cut Fruits and Vegetables. Thesis. Faculty of Lousiana State University and Agricultural and Mechanical Collage In The Departement of Food Science. Shreveport, U.S.A.
- Sunu Pratignja & Wartoyo. 2006. *Buku Ajar Dasar Hortikultura*. Surakarta. Universitas Sebelas Maret.
- SNI. 2006. Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan. SNI 01-2332.3-2006.

- Sugita, P., (2009), *Kitosan : Sumber Biomaterial Masa Depan*, IPB Press, Bogor.
- Syarief, R. Dan Y. Halid. 1993. Teknologi penyimpanan pangan. ancan. Jakarta
- Toharisman, A. 2007. *Peluang Pemanfaatan Enzim Kitinase Di Industri Gula*. P3GI.
- Tookis, P. S., T. D. Labuza, I. S. Saguy. 2003. The Handbook of Food Engenering Practice Chapter 10. [http://courses.che.umn.edu/oofsen8334. If. pdf/pdf/crc%20shelflife%20chapter.pdf](http://courses.che.umn.edu/oofsen8334.If.pdf/pdf/crc%20shelflife%20chapter.pdf)
- Wardaniati, R.A. dan S. Setyaningsih. 2009. Pembuatan kitosan dari kulit udang dan aplikasinya untuk pengawet bakso. [http:// eprints.undip.ac.id/1718](http://eprints.undip.ac.id/1718). [13 Juli 2015].
- Widodo, S.E., Zulferiyenni dan D.W. Kusuma. 2013. Pengaruh Penambahan Benziladenin Pada Pelapis Kitosan Terhadap Mutu dan Masa Simpan Buah Jambu Biji “Crystal”. *Jurnal Agrotek Tropika* Vol. 1; No. 55-60.