APLIKASI *EDIBLE COATING* BERBASIS KARAGENAN DENGAN PENAMBAHAN MINYAK KELAPA UNTUK MEMINIMALISASI SUSUT BOBOT CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.) PADA SUHU RUANG

(Skripsi)

Oleh

BIMA DWI PUTRA

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019

ABSTRAK

APLIKASI *EDIBLE COATING* BERBASIS KARAGENAN DENGAN PENAMBAHAN MINYAK KELAPA UNTUK MEMINIMALISAI SUSUT BOBOT CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.) PADA SUHU RUANG

Oleh

BIMA DWI PUTRA

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas pertanian yang mudah rusak setelah dipanen. Salah satu cara untuk mengurangi kerusakan cabai merah yaitu *edible coating*. *Edible coating* merupakan lapisan tipis yang dapat dimakan dan dapat dianggap sebagai teknologi inovatif yang dapat mempertahankan kualitas produk hasil pertanian segar termasuk cabai merah. Karagenan merupakan hidrokoloid yang potensial untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan *edible coating*. Tujuan penelitian ini adalah untuk optimasi konsentrasi karagenan dan minyak kelapa dalam larutan *edible coating* serta lama simpan pada suhu ruang yang dapat meminimalisasi susut bobot dan kerusakan cabai merah (*Capsicum annum* L). Rancangan penelitian yang digunakan yaitu *Central Composite Design* (CCD) dari *Response Surface Methodology* (RSM) dengan tiga variabel bebas yaitu konsentrasi karagenan (0,5%, 1% dan 1,5%), konsentrasi minyak kelapa (0,3%, 0,6% dan 0,9%) dan lama simpan (4, 6 dan 8 hari). Parameter/ respon yang diamati meliputi susut

bobot, kekerasan, vitamin C dan warna. Data hasil pengukuran dianalisis dan variabel bebas dioptimasi dengan menggunakan Program Minitab 18 pada target susut bobot 0%, kadar vitamin C maksimum, nilai tekstur dan warna maksimum. Karakteristik cabai merah setelah disimpan pada kondisi optimum kemuadian dibandingkan dengan karakteristik cabai merah kontrol (tanpa *edible coating*) yang disimpan selama kondisi optimum tersebut untuk mengetahui efektivitas penerapan *edible coating* pada cabai merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum terjadi pada konsentrasi karagenan 1,84%, konsentrasi minyak kelapa 1,10% dan lama simpan 3,31 hari. Pada kondisi optimum tersebut, cabai merah mengalami susut bobot sebesar 0,04%, mengandung vitamin C 82,58 mg/100gr, memiliki tekstur (kekerasan) 0,94 Kg/(5x10mm) dan memiliki nilai warna sebesar 0,67; Sementara itu cabai merah kontrol yang disimpan pada suhu ruang selama 3,31 hari mengalami susut bobot sebesar 14,21%, mengandung vitamin C 60,75 mg/100gr, memiliki tekstur 0,66 Kg/(5x10mm) dan memiliki nilai warna sebesar 0,55. Jadi *edible coating* dapat mengurangi susut bobot cabai merah sebesar 14,17% dan lebih dapat mempertahankan kadar vitamin C, tekstur dan warna cabai merah setelah penyimpanan pada suhu ruang selama 3,31 hari.

Kata kunci: Cabai merah, *edible coating*, karagenan, minyak kelapa, RSM.

ABSTRACT

APPLICATION OF EDIBLE COATING BASED ON CARAGENAN WITH ADDITION OF COCONUT OIL TO MINIMIZE WEIGHT LOSS OF RED CHILI (*Capsicum annum* L.) STORED AT ROOM TEMPERATURE

By

BIMA DWI PUTRA

Red chili (*Capsicum annum* L.) is one of the agricultural commodities that is easily damaged and losses its weight after harvesting. One method to minimize weight loss and damage of the red chili is edible coating. Edible coating is an edible thin layer and can be eaten as an innovative packaging technology and is able to be manufactured from carrageenan as raw material. The objective of this research was to find out optimum concentrations of carrageenan and coconut oil in edible coating solutions as well as storage time at room temperature to minimize the red chili's weight loss and damage. Research design used in this research was a Central Composite Design (CCD) of the Response Surface Methodology (RSM) with 3 independent variables, namely carrageenan concentration (0,5%, 1% and 1,5%), coconut oil concentration (0,3%, 0,6% and 0,9%) and storage time (4, 6 and 8 days) at room temperature. After storage, the red chili was observed for its weight loss, vitamin C content, hardness, and color score as its responses. Data collected were analyzed and independent variables

were optimized using Minitab 18 application at a zero target of weight loss, a maximums of vitamin C content, texture, and color scores. Characteristics of red chili at the optimum condition were then compared to that of red chili control (without edible coating) to find out effectiveness of the edible coating. Research results showed that the optimum conditions occurred at a carrageenan concentration of 1.84%, a coconut oil concentration of 1.10% and a storage time of 3.31 days. At the optimum conditions, the red chili had a weight loss of 0.04%, a vitamin C content of 82.58 mg/100 g, a texture of 0.94 kg//(5x10mm) and a color score of 0.67. Meanwhile, red chili control stored at room temperature for 3.31 days had a weight loss of 14.21%, a vitamin C content of 60.75 mg/100 g, a texture of 0.66 kg//(5x10mm), and a color score of 0.55. Thus, edible coating application onto red chili was able to minimize a weight loss of 14.17% and to preserve red chili characteristics after stored at room temperature for 3.31 days.

Keywords: Carrageenan, coconut oil, edible coating, red chili, RSM

APLIKASI *EDIBLE COATING* BERBASIS KARAGENAN DENGAN PENAMBAHAN MINYAK KELAPA UNTUK MEMINIMALISASI SUSUT BOBOT CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.) PADA SUHU RUANG

Oleh

BIMA DWI PUTRA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

FAKULTAS PERTANIAN
UIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019

Judul Skripsi : **APLIKASI *EDIBLE COATING* BERBASIS KARAGENAN DENGAN PENAMBAHAN MINYAK KELAPA UNTUK MEMINIMALISASI SUSUT BOBOT CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.) PADA SUHU RUANG**

Nama Mahasiswa : Bima Dwi Putra

Nomor Pokok Mahasiswa : 1514051053

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Sutikno, M.Sc., Ph.D.	**Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.**
NIP 19560114 198603 1 002	NIP 19701220 200812 2 001

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

Ir. Susilawati, M.Si.
NIP 19610806 198702 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Sutikno, M.Sc., Ph.D.** .....

Sekretaris : **Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Zulferiyenni, M.T.A.** .....

2. Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **16 Juli 2019**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Bima Dwi Putra NPM 1514051053

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 bukanlah hasil 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, 16 Juli 2019

Yang membuat peryantaan

METERAI TEMPEL

91C0EAFF931039420

6000

ENAM RIBU RUPIAH

Bima Dwi Putra

NPM. 1514051053

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Baturaja pada tanggal 11 November 1997. Penulis lahir sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Rin Suryanto dan Ibu Mujiati Almarhum. Penulis bertempat tinggal di Desa Tanjung Mas, Kecamatan Buay Madang Timur, Kabupaten Oku Timur, Provinsi Sumatra Selatan.

Penulis sekolah di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 1 Buay Madang Timur pada tahun 2003-2009, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Buay Madang Timur pada tahun 2009-2012, Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 2 Buay Bahuga pada tahun 2012-2015. Pada Tahun 2014, penulis mendapatkan juara 2 Olimpiade Sains Nasional (OSN) Matematika di tingkat Kabupaten Way Kanan pada Tahun 2014. Pada tahun 2015, penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Teknologi Hasil Pretanian, Fakutas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Tes Tertulis Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tugu Papak, Kecamatan Semaka, Kabupaten Tanggamus pada bulan Februari-Maret 2018. Pada bulan Juli-Agustus 2018, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Salama Nusantara, Kabuaten Kulon Progo, Yogyakarta. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di beberapa Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM). Penulis pernah menjadi anggota pengurus di Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertania (HMJ THP) pada tahun 2016-2017. Pada tahun 2018-2019 penulis pernah aktif di BEM Fakultas Pertanian Universitas Lampung sebagai Staf Dinas Internal.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"**Aplikasi *Edible Coating* Berbasis Karagenan Dengan Penambahan Minyak Kelapa Untuk Meminimalisasi Susut Bobot Cabai Merah Pada Suhu Ruang**"** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung.

Dalam Kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan kemudahan dalam proses menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.
3. Bapak Dr. Ir. Sutikno, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Pertama dan Pembimbing Akademik atas bimbingan, saran, motivasi, arahan dan nasehat yang telah diberikan.
4. Ibu Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Dua atas bimbingan, saran, motivasi, arahan dan nasehat yang telah diberikan.

5. Ibu Ir. Zulferiyenni, M.T.A., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
6. Seluruh karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian atas bantuannya.
7. Kedua orang tua penulis tercinta dan kakak penulis Nita Purnama Sari yang selalu memberikan do'a, dukungan, semangat dan dorongan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
8. Sahabat- sahabat dekat, hati-hati boy (Rio Komti, Tarek, Gustap, Herbi, Raka, Manalu, Andre, Yahdi, Surya), keluarga besar THP angkatan 2015 dan abang-abang seperjuangan 2014 serta teman- teman pecinta alam, terima kasih atas segala bantuan, semangat, dukungan dan kebersamaannya selama ini.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna; oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga Allah SWT membalas kebaikan bagi semua pihak di atas dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan bagi pembaca.

Bandar Lampung, Agustus 2019
Penulis,

Bima Dwi Putra

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI ..... **i**

DAFTAR TABEL ..... **iv**

DAFTAR GAMBAR ..... **vi**

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang..... 1

1.2. Tujuan Penelitian 4

1.3. Kerangka Pemikiran 4

1.4. Hipotesis 6

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Edible Coating* 7

2.1.1. Definisi *Edible Coating* dan Manfaatnya 7

2.1.2. Komponen Penyusun *Edible Coating* 8

2.1.2.1. Hidrokoloid 9

2.1.2.2. Lipid 10

2.1.2.3. Komposit 11

2.1.2.4. *Plasticizer* 12

2.2. Karagenan 13

2.3. Minyak Kelapa 15

2.4. Cabai Merah 17

2.5. Masa Simpan 23

2.6. Metode Respon Permukaan (*Response Surface Methodology*) 25

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 27

3.2 Bahan dan Alat 27

3.3 Metode Penelitian 28

3.4. Pelaksanaan Penelitian 30

3.4.1. Pembuatan Larutan *Edible Coating* 30
3.4.2. Aplikasi *Edible Coating* Pada Cabai Merah 31

3.5. Pengamatan 32

3.5.1. Susut Bobot 32
3.5.2. Kekerasan 32
3.5.3. Kadar Vitamin C 33
3.5.4. Warna 33

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Optimasi Kondisi Penerapan *Edible Coating* Berbasis Karagenan dengan Penambahan Minyak Kelapa pada Cabai Merah dengan *Response surface methodology* (RSM)..... 35

4.1.1 Susut Bobot Cabai merah 37
4.1.2. Kekerasan Cabai Merah 42
4.1.3. Kadar Vitamin C cabai merah 46
4.1.4. Warna cabai merah 50

4.2. Kondisi Optimum Penerapan *Edible Coating* Tehadap Respon Susust Bobot, Kekerasan, Kadar Vitamin C dan Warna Cabai merah..... 55

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan 61

5.2 Saran 61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Kandungan gizi pada cabai merah (*Capsicum annum* L.) per 100 gram 19

2. Kualitas cabai merah segar berdasarkan Standar Nasional Indonesi(SNI 01-4480-1998) 20

3. Hasil Desain *Respon Surface* 28

4. Faktor, variabel, dan taraf variabel RSM secara faktorial 2^3 pada proses peningkatan masa simpan cabai merah 29

5. Desain percobaan 2^3 faktorial dengan 3 variabel bebas 29

6. Hasil analisis kontrol susut bobot, kekerasan, vitamin C dan warna cabai merah 36

7. Hasil respon susut bobot, kekerasan, vitamin C dan warna pada cabai merah 37

8. Hasil analisis sidik ragam nilai susut bobot cabai merah menggunakan *response surface methodology* 73

9. Hasil analisis sidik ragam nilai kekerasan cabai merah menggunakan *response surface methodology* 74

10. Hasil analisis sidik ragam nilai vitamin C cabai merah menggunakan *response surface methodology* 75

11. Hasil analisis sidik ragam nilai warna cabai merah menggunakan *response surface methodology* 76

12. Perbandingan antara hasil respon cabai merah menggunakan penerapan kondisi optimum *edible coating* dengan hasil respon cabai merah kontrol 77

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR **Halaman**

1. Struktur kimia kappa karagenan 15

2. Tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L) 18

3. Diagram alir pembuatan larutan *edible coating* 30

4. Diagram alir aplikasi *edible coating* pada cabai merah 31

5. Alat ukur kekerasan (penetrometer) 33

6. Kontur respon (a) dan respon permukaan (b) susut bobot cabai merah sebagai fungsi dari lama simpan, konsentrasi karagenan dan konsentrasi minyak kelapa pada *edible coating* 39

7. Kontur respon (a) dan respon permukaan (b) kekerasan cabai merah sebagai fungsi dari lama simpan, konsentrasi karagenan dan konsentrasi minyak kelapa pada *edible coating* ... 44

8. Kontur respon (a) dan respon permukaan (b) vitamin C cabai merah sebagai fungsi dari lama simpan, konsentrasi karagenan dan konsentrasi minyak kelapa pada *edible coating* 48

9. Kontur respon (a) dan respon permukaan (b) warna cabai merah sebagai fungsi dari lama simpan, konsentrasi karagenan dan konsentrasi minyak kelapa pada *edible coating* 53

10. Solusi optimasi penerapan *edible coating* pada cabai merah dengan mengatur kondisi respon susut bobot dalam batas minimal 56

11. Grafik regresi dari respon cabai merah kontrol 59

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Edible coating merupakan lapisan tipis yang dapat dimakan dan dapat dianggap sebagai teknologi inovatif yang dapat memperpanjang umur simpan produk pangan atau produk hasil pertanian segar (Kenawi *et al*., 2011). Selain itu, *edible coating* juga dapat digunakan sebagai pembawa bahan antimikroba alami seperti ekstrak bawang putih dan baru digunakan untuk melapisi bahan pangan yang mampu mengontrol pertukaran gas, permeasi kelembaban atau proses oksidasi dalam bahan pangan (Valdes *et al*., 2017). Berdasarkan bahan penyusunnya, *edible coating* dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu *edible coating* berbasis hidrokoloid (protein atau karbohidrat), lipid (asam lemak, asilgliserol atau lilin) dan komposit (Arifin *et al.*, 2015). *Edible coating* menggunakan bahan dasar polisakarida banyak digunakan terutama pada buah dan sayuran, karena memiliki kemampuan bertindak sebagai membrane permeable yang selektif terhadap pertukaran gas karbondioksida dan oksigen (Budiman, 2011).

Cabai merupakan salah satu komoditas unggulan sayuran yang memiliki nilai ekonomi dan produktivitas yang tinggi. Berdasarkan BPS (2017), tingkat produktivitas cabai besar secara nasional pada tahun 2017 yaitu 8,46 ton/ha.

Permintaan cabai terus meningkat setiap tahunnya baik dari pasar lokal maupun mancanegara seperti Singapura dan Malaysia (Sembiring, 2009). Menurut Direktorat Jendral Hortikultura (2017), produksi cabai di Januari 2017 naik menjadi 94.368 ton dan kebutuhannya 92.368 ton. Jumlah produksi tersebut meningkat dari bulan Desember 2016 sebesar 84.694 ton dengan kebutuhan 76.472 ton dan cabai merah sendiri berada diurutan ke tiga berdasarkan volume ekspor yaitu sebesar 8.624 ton. Seiring meningkatnya produksi cabai merah yang tidak diimbangi dengan penanganan pasca panen yang tepat, menyebabkan cabai merah mudah mengalami kerusakan dan penurunan kualitas, salah satunya yaitu terjadinya penyusutan bobot yang cukup tinggi.

Pada dasarnya, cabai merah (*Capsicum annum)* merupakan produk hasil pertanian yang mudah mengalami kerusakan, baik secara fisik maupun kimiawi. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti adanya perubahan fisiologis, mekanis ataupun mikrobiologi selama pasca panen (Pujimulyani, 2012). Sifat mudah rusak pada cabai merah disebabkan karna tingginya kadar air (sekitar 90%) yang terkandung didalamnya. Selain kadar air, penyebab kerusakan pada cabai merah segar yaitu proses respirasi. Menurut Harpenas (2010), laju respirasi akan meningkat sebesar 2-3 kali lipat seiring dengan peningkatan suhu lingkungan. Menurut Lamona (2015), Pada kondisi normal tanpa perlakuan tambahan cabai hanya tahan disimpan selama 2 sampai 3 hari, setelah itu cabai akan mengalami penurunan mutu yaitu pelayuan sebagai akibat dari tingginya laju transpirasi air sehingga bobot cabai akan berkurang hingga 7.5%. Untuk itu perlu dilakukan penanganan pasca panen yang tepat agar kerusakan pada cabai merah segar dapat dicegah sehingga dapat meminimalisasi penyusutan bobot yang terjadi. Salah satu

cara yang dapat digunakan untuk mencegah turunnya mutu cabai merah segar yaitu dengan mengaplikasikan *edible coating* pada produk tersebut. Salah satu bahan yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan *edible coating* yaitu karagenan.

Karagenan merupakan hidrokoloid yang potensial untuk dijadikan bahan pengemas (*edible coating*) pada produk hasil pertanian. Karagenan merupakan hasil ekstraksi rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* dari family Rhodophycae yang mempunyai sifat hidrofilik dan berfungsi sebagai pengental, penstabil, penggumpal, pengemulsi, dapat membentuk gel serta dapat berinteraksi dengan bahan kimia yang ada dalam makanan (Prajapati *et al*., 2014). Karagenan yang merupakan campuran kompleks beberapa polisakarida ini mempunyai sifat yang baik sebagai pembentuk lapisan tipis (Skurtys *et al*., 2010).

Pada penelitian ini, aplikasi *edible coating* dari karagenan dilakukan dengan penambahan minyak kelapa, gliserol dan tapioka. Gliserol memiliki fungsi sebagai *plastisizer* yang dapat mengurangi ikatan hidrogen internal serta memperbaiki sifat mekanik dari *edible coating* (Lestari, 2008). Penambahan minyak kelapa dimaksudkan agar *edible coating* yang dihasilkan mampu menahan laju transmisi uap air pada produk karena sifat hidrofobisitas yang dimiliki oleh minyak kelapa. Menurut Mathur dan Srivastava (1955), pelapisan buah dengan bahan minyak mineral hasil sulingan dapat berpengaruh dalam mengurangi kerusakan yang terjadi pada permukaan buah. Namun belum diketahui secara pasti konsentrasi karagenan dan minyak kelapa yang optimum yang dapat mempertahankan kualitas serta meminimalisasi susut bobot cabai merah.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk optimasi konsentrasi karagenan dan minyak kelapa dalam larutan *edible coating* serta lama simpan pada suhu ruang yang dapat meminimalisasi susut bobot dan kerusakan cabai merah (*Capsicum annum* L).

1.3. Kerangka Pemikiran

Edible coating dan *edible film* yang dibuat dari hidrokolid (karagenan) memiliki keunggulan dalam sifat mekanis dan kemampuan yang baik untuk melindungi produk dengan jalan menghambat perpindahan oksigen maupun karbondioksida namun kurang bagus dalam menahan migrasi uap air (Falguera *et al*., 2011). Meurut Saputro *et al*. (2016), *edible film* dari tepung semirefined karagenan kombinasi gliserol dan tepung tapioka dengan konsentrasi berturut-turut (1%, 0,5% dan 0,7%) memiliki nilai permeabilitas uap air terendah yaitu sebesar 1,28 g m^2/jam. Penambahan tepung tapioka akan meningkatkan viskositas gel sehingga akan memperbaiki nilai permeabilitas uap air pada *edible coating* yang dihasilkan. Penambahan gliserol sangat penting karna gliserol berfungsi sebagai *plastisizer*. Menurut Coniwanti (2014), penambahan gliserol pada *edible film* sangat berpengaruh terhadap bahan baku yang digunakan seperti pati.

Menurut Alves *et al.,* (2011) permeabilitas uap air yang tinggi pada *edible film* dari karagenan dikarenakan sifatnya yang hidrofilik, yang membatasi penggunaannya dalam pengemasan makanan. Salah satu cara untuk mengurangi sifat hidrofil pada *edible* berbahan dasar karagenan yaitu dengan menambahkan

biopolimer lain yang bersifat hidrofobik, salah satunya adalah lipid ataupun minyak. Menurut Wahyuningtyas (2015), senyawa lipid seperti asam lemak, lilin alami, surfaktan dan resin dapat ditambahkan kedalam *edible* berbasis hidrokoloid untuk meningkatkan sifat penghalang terhadap air. Tanaka *et al*. (2001), dalam penelitiannya menyatakan bahwa kemampuan *edible film* untuk menghalangi terjadinya penguapan air dapat ditingkatkan dengan menambahkan komponen lipid seperti neutral lipid, asam lemak atau malam (wax). Peneliti yang sama juga menyatakan bahwa penambahan asam lemak tak jenuh pada larutan *edible film* akan memberikan pengaruh yang signifikan dalam menurunkan nilai permeabilitas uap air.

Aplikasi *edible coating* berbasis polisakarida biasanya dikombinasikan dengan beberapa pangan fungsional seperti resin, plasticizer, surfaktan, lilin (waxes) dan minyak yang memiliki fungsi memberikan permukaan yang halus dan mencegah kehilangan uap air (Krochta *et al*., 1994). Penambahan konsentrasi karagenan yang berbeda akan memberikan hasil permeabilitas uap air (WVTR) yang berbeda juga pada e*dible coating* yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian Karouw *et al*. (2017), nilai WVTR terbaik pada *edible film* berbahan dasar pati sagu diperoleh dengan penambahan minyak kelapa sebesar 0,6%. Dengan demikian penggunaan *edible coating* dari karagenan yang dikombinasikan dengan penambahan minyak kelapa diharapkan dapat mempertahankan mutu serta meminimalisasi susut bobot cabai merah.

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu konsentrasi karagenan 1% dan minyak kelapa 0,6% merupakan konsenrasi yang optimum pada larutan *edible coating* yang dapat meminimalisasi susut bobot cabai merah (*Capsicum annum* L) pada suhu ruang selama penyimpanan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Edible Coating*

2.1.1. Definisi *Edible Coating* dan Manfaatnya

Edible coating adalah suatu lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk melapisi makanan atau produk hasil pertanian segar (*coating*) yang diletakkan di antara komponen makanan yang berfungsi sebagai penghalang terhadap perpindahan massa (kelembaban, oksigen, cahaya, lipid, zat terlarut) atau sebagai pembawa aditif serta meningkatan penanganan suatu produk pangan (Mulyadi, 2011). Lapisan yang ditambahkan di permukaan buah atau produk pangan ini tidak berbahaya bila ikut dikonsumsi bersama (Juhaimi *et al*., 2012). *Edible coating* dapat dikategorikan sebagai bahan kemasan yang unik yang berbeda dari bahan-bahan kemasan konvensional yang dapat dimakan. *Edible coating* termasuk dalam kemasan biodegradable yang merupakan teknologi baru yang diperkenalkan dalam pengolahan pangan yang berperan untuk memperoleh produk dengan masa simpan lebih lama (Kenawi *et al*., 2011).

Edible coating juga mempunyai potensi yang tinggi untuk membawa bahan aktif seperti anti *browning*, pewarna, rasa, nutrisi, bumbu dan senyawa antimikroba yang dapat memperpanjang umur simpan produk dan mengurangi

resiko pertumbuhan bakateri patogen (Kore *et al.*, 2017). Selain untuk memperpanjang umur simpan, *coating* atau pelapisan (selaput) banyak digunakan karena tidak membahayakan kesehatan manusia. *Edible coating* bisa diaplikasikan pada buah-buahan, produk daging beku dan sayuran untuk mengurangi terjadinya kehilangan kelembaban, memperbaiki penampilan, berperan sebagai barrier yang baik (bersifat *selective permeable*) untuk pertukaran gas dari produk ke lingkungan atau sebaliknya, serta memiliki fungsi sebagai antifungal dan antimikroba (Rimadianti, 2007). Handoko *et al*. (2005), menyebutkan bahwa manfaat dari *edible coating* yaitu dapat mengoptimalkan kualitas luar produk yang melindungi produk dari pengaruh mikroba, mencegah adanya air, oksigen dan perpindahan larutan dari makanan yang dapat membuat produk menjadi cepat rusak dan berjamur. *Edible coating* dapat mencegah kerusakan bahan akibat penanganan mekanik, membantu mempertahankan integritas struktural dan mencegah hilangnya senyawa-senyawa volatile (Sitorus *et al*., 2014).

2.1.2. Komponen Penyusun *Edible Coating*

Komponen peyusun *edible coating* terdiri atas 2 bagian. Komponen utama yaitu terdiri dari hidrokoloid, lipid dan komposit. Komponen tambahan pada *edible coating* yaitu terdiri dari *plasticizer*, zat anti mikroba, antioksidan, flavor dan pigmen (Donhowe dan Fennema, 1993). Komponen utama yang digunakan pada penelitian ini yaitu karagenan dan minyak kelapa yang termasuk dalam kelompok komposit yaitu campuran antara hidrokoloid dan lipid dan menggunakan gliserol sebagai *plasticizer*. Komponen utama dan komponen

tambahan yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible coating* dijelaskan seperti dibawah ini.

2.1.2.1. Hidrokoloid

Edible coating yang menggunakan bahan dasar hidrokoloid memiliki beberapa kelebihan yaitu baik untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida, lipida serta memiliki sifat mekanis yang diinginkan dan meningkatkan kesatuan struktural produk (Donhowe dan Fennema, 1993). Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *edible coating* berupa protein, turunan selulosa (metil selulosa, karboksil metil selulosa, hidroksi propil metil selulosa), pektin ekstrak gangang laut (alginat, karagenan, agar), gum (gum arab, gum karaya), tepung (*starch*) dan polisakarida lainnya. protein (gelatin, kasein, protein kedelai, protein jagung, dan gluten gandum) dan polisakarida (pati, alginat, pektin, dan modifikasi karbohidrat lainnya) (Krochta, 1994).

Golongan polisakarida merupakan golongan yang paling banyak digunakan dalam pembuatan *edible coating* seperti pati dan turunannya. Pemanfaatan dari senyawa yang berantai panjang ini sangat penting karena tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah dan bersifat non toksik (Krochta *et al*., 1994). Krochta *et al*. (1994), juga menyatakan bahwa *edible coating* dari polisakarida akan memperbaiki flavor, tekstur dan warna, meningkatkan stabilitas selama penjualan dan penyimpanan, memperbaiki penampilan dan mengurangi tingkat kebusukan. Krochta (1994), menyebutkan bahwa kekurangan *edible coating* dari polisakarida ini yaitu kurang baik untuk mengatur migrasi uap air.

2.1.2.2. Lipida

Edible coating yang berbahan dasar lipid sering digunakan sebagai penghambat uap air atau untuk menekan laju transmisi uap air dari produk pangan atau produk pertanian segar (Harianingsih, 2010). Tanaka *et al*. (2001), dalam penelitiannya menyatakan bahwa penambahan asam lemak tak jenuh pada larutan *edible film* memberikan pengaruh yang signifikan dalam menurunkan nilai permeabilitas uap air, asam lemak tak jenuh yang digunakan merupakan asam lemak yang cair dalam suhu ruang, memiliki ikatan rangkap dimana dapat menurunkan ketebalan molekul lipid pada struktur komposisi *edible film*. Aplikasi *edible coating* polisakarida biasanya dikombinasikan dengan beberapa pangan fungsional seperti resin, plasticizer, surfaktan, minyak, lilin (waxes) dan emulsifier yang memiliki fungsi memberikan permukaan yang halus dan mencegah kehilangan uap air yang lebih baik (Krochta *et al*., 1994).

Lipid yang umum digunakan dalam pembuatan *edible coating* adalah lilin alami (beeswax, carnauba wax, parrafin wax), asil gliserol, asam lemak (asam oleat dan asam laurat) serta emulsifier (Krochta, 1994). Menurut Donhowe (1994), *edible coating* yang dibuat dari bahan dasar stearin minyak kelapa sawit sebagai komponen hidrofobik untuk memperbaiki permeabilitas uap air, fleksibilitas serta memberikan efek kilap. Mathur dan Srivastava (1955), menyatakan bahwa pelapisan buah dengan bahan minyak mineral hasil sulingan dapat berpengaruh dalam mengurangi kerusakan yang terjadi pada permukaan buah. Pelapisan minyak ini juga dapat mengurangi proses laju respirasi lebih baik dari pada pelapisan menggunakan lilin terutama pada keadaan anaerob dapat

mengurangi kerusakan pada buah (Mitra, 1997). Krochta *et al*. (1994), menyatakan bahwa kekurangan *edible coating* berbahan dasar lipid adalah kegunaan dalam bentuk murni sebagai *coating* terbatas, karena cukup banyak kekurangan integritas dan ketahanannya.

2.1.2.3. Komposit

Komposit *edible coating* terdiri dari komponen lipid dan juga hidrokoloid. Salah satu keunggulan *edibe coating* dari komposit ini yaitu kemampuannya sebagai penghalang terhadap oksigen, karbondioksida maupun uap air dimana menurut Ghasemzadeh *et al*. (2008), penggunaan *edible coating* sendiri memberikan 4 keuntungan, yaitu tepat digunakan pada bahan atau produk pangan, mengurangi pencemaran lingkungan, berpengaruh besar terhadap komponen rasa serta nilai gizi dapat bertambah. Krochta (1994), menyatakan bahwa *edible film* gabungan antara lipid dan hidrokoloid dapat digunakan untuk melapisi buah-buahan dan sayuran yang telah diolah minimal.

Edible coating gabungan antara lipid dan hidrokoloid memilii beberapa kelebihan. Edible *coating* dari komposit dapat meningkatkan kelebihan dari *coating* hidrokoloid dan *coating* dari lipid serta mengurangi kelemahannya. Shabrina *et al*. (2017), menyatakan bahwa lipid dapat meningkatkan ketahanan film terhadap penguapan air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahan karena merupakan *barrier* yang baik terhadap oksigen dan karbondioksida. Manab (2008), dalam penelitiannya menyatakan bahwa *edible film* protein whey dengan penambahan lipid dapat menurunkan *water vapor permeability* (WVP) karena

adanya interaksi antara substansi hidrofobik dan emulsifikasi antara lipid dan protein whey dalam emulsi *edible*.

2.1.2.4. *Plasticizer*

Plasticizer merupakan substansi non volatil, memiliki titik didih yang tinggi dan jika ditambahkan ke dalam suatu materi dapat mengubah sifat fisik atau sifat mekanik materi tersebut (Paramawati, 2001). *Plasticizer* dapat mengurangi gaya intermolekul sepanjang rantai polimer, sehingga mengakibatkan fleksibilitas *edible film/coating* meningkat, namun juga mengakibatkan permeabilitas *film* tersebut turun. *Plasticizer* ditambahkan pada pembuatan *edible coating* untuk mengurangi kerapuhan, meningkatkan fleksibilitas, dan ketahanan film terutama jika disimpan pada suhu rendah (Ketser dan Fennema, 1989). Dalam pembuatan *edible* diperlukan suatu *plastisizer* salah satunya adalah gliserol yang sering digunakan agar produk yang dihasilkan memiliki daya kerja yang baik

Salah satu *plasticizer* yang banyak digunakan dalam pembuatan *edible coating* adalah gliserol (Huri dan Fitri, 2014). Gliserol sendiri merupakan produk samping produksi biodisel dari reaksi transesterifikasi dan merupakan senyawa alkohol dengan gugus hidroksil berjumlah tiga buah. Gliserol (1,2,3 propanetriol) merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak berbau dan merupakan cairan kental yang memiliki rasa manis (Pagliaro *et al*., 2008). Spesimen pati dengan gliserol sebagai plasticizer biasanya akan menghasilkan permukaan yang lebih halus dan sedikit gumpalan. Hal ini dikarenakan gliserol selain sebagai pemlastis juga membantu kelarutan pati (lebih 13 homogenitas) dimana ini dapat disebabkan

karena terbentuknya ikatan hydrogen antara gugus OH pati dengan gugus OH dari gliserol yang selanjutnya interaksi hidrogen ini dapat meningkatkan sifat mekanik (Yusmarlela, 2009). Gliserol efektif sebagai *plasticizer* karena kemampuannya mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekular sehingga dapat melunakkan struktur film, meningkatkan mobilitas rantai biopolimer dan memperbaiki sifat mekanik film. Menurut Lieberman dan Gilbert (1973), gliserol bersifat humektan, dimana bagian dari aksi *plasticizing* berasal dari kemampuannya untuk menahan air pada *edible coating* tersebut.

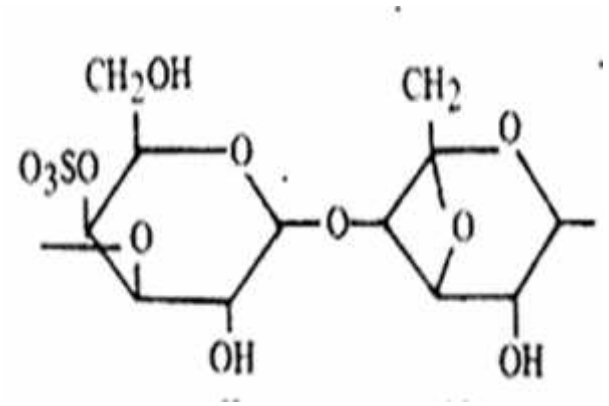
2.2. Karagenan

Karagenan merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri atas ester kalium, natrium, magnesium dan kalsium sulfat. Karagenan merupakan hasil ekstraksi rumput laut genus Kappaphycus, Gigartina, Eucheuma, Chondrus dan Hypnea (Rhein-Knudsen *et al*., 2015). Rumput laut ini menggandung lebih kurang 50% (w/w) berat kering karagenan. Ekstraksi karagenan dapat dilakukan secara fisik seperti dengan pemasakan pada suhu 70 – 100°C (Sutikno *et al*., 2015), secara kimia seperti dengan menggunakan KOH, NaOH, KCl (Moses *et al*, 2015) dan secara enzimatis seperti dengan menggunakan enzim selulase, sulfatase, k-carrageenase (Rhein-Knudsen *et al*., 2015).

Proses ekstraksi terdiri dari tiga langkah besar, yaitu proses pencampuran, proses pembentukan fasa setimbang dan proses pemisahan fasa setimbang (Aprilia *et al*., 2006). Solven merupakan faktor terpenting dalam proses ekstraksi, sehingga pemilihan solven merupakan faktor penting. Solven ini harus saling

melarutkan terhadap salah satu komponen murninya, sehingga diperoleh dua fasa rafinat. Proses ekstraksi dapat berjalan dengan baik bila pelarut ideal harus memenuhi syarat-syarat yaitu selektivitasnya tinggi, memiliki perbedaan titik didih dengan solute cukup besar, bersifat inert, perbedaan densitas cukup besar, tidak beracun, tidak bereaksi secara kimia dengan solute maupun diluen, viskositasnya kecil, tidak bersifat korosif, tidak mudah terbakar, murah dan mudah didapat. Beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi adalah temperatur, waktu kontak, perbandingan solute, faktor ukuran partikel, pengadukan dan waktu dekantasi.

Karagenan adalah hidrokoloid yang potensial untuk dibuat bahan pengemas (*edible coating*) karena sifatnya yang dapat membentuk gel, stabil serta dapat dimakan (Warsiki *et al*., 2013). Secara alami terdapat tiga fraksi karagenan yaitu kappa karagenan, iotakaragenan, dan lambda-karagenan. Kappa-karagenan mengandung 25% ester sulfat dan 34% 3,6-anhidrogalaktosa. Iota-karagenan mengandung 32% ester sulfat dan 30% 3,6-anhidrogalaktosa. Jenis karagenan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kappa karagenan semirefined komersil yang dapat diperoleh di pasaran. Karagenan semirefined mengandung lebih banyak bahan yang tidak larut asam (8-15%) dibandingkan refined karagenan (2%) (Fahmitasari, 2004). Salah satu rumput laut yang menghasilkan kappa karagenan yaitu rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* (Distantina *et al*., 2010). Struktur kimia kappa karagenan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur kimia kappa karagenan (Ulfah, 2009)

Kappa karagenan merupakan fraksi dari karagenan yang baik digunakan sebagai bahan *edible* karena hanya mempunyai satu muatan negatif tiap disakarida dengan kecenderungan membentuk gel yang kuat dan rigid (Supriadi, 2015). Penggunaan karagena sebagai *edible* telah diaplikasikan pada berbagai produk seperti apel, manga dan ceri. Menurut Supriadi (2015), pelapisan menggunakan karagenan dapat menurunkan susut bobot dan kehilangan kekerasan dari stroberi serta memiliki ketahanan terhadap kelembapan lebih baik dibandingkan dengan *edible coating* berbasis pati.

2.3. Minyak Kelapa

Minyak kelapa merupakan salah satu produk olahan utama dari buah kelapa. Menurut BSN (2006), virgin coconut oil (VCO) merupakan minyak yang diperoleh dari daging buah kelapa (*Cocos nucifera* L) tua yang segar dan diproses dengan diperas dengan atau tanpa penambahan air, tanpa pemanasan atau pemanasan tidak lebih dari 60^0C dan aman dikonsusmsi manusia. Dibeberapa daerah, VCO lebih terkenal dengan nama minyak perawan, minyak sara, atau minyak kelapa murni (Setiaji dan Prayugo, 2006).

Teknik pengolahan dalam pembuatan minyak kelapa yang berbeda akan menghasikan kualitas minyak kelapa yang berbeda juga. Pada pengolahan minyak kelapa secara tradisional dihasilkan minyak kelapa bermutu kurang baik. Hal tersebut ditandai dengan adanya kadar air dan asam lemak bebas yang cukup tinggi di dalam minyak kelapa. Warna minyak kelapa yang dihasilkan cenderung kecoklatan sehi gga mudah tengik dan memiliki umur simpan yang relative singkat yaitu sekitar dua bulan. Salah satu metode dalam pembuatan VCO yang lebih baik dari pengolahan scara tradisional yaitu metode pengepresan semi basah. Minyak kelapa yang dihasilkan dari metode ini akan memiliki warna yang lebih jernih tidaka berwarna, dan minyak yang dihasilkan akan memiliki kualitas yang lebih baik tanpa perlu melalui proses pemurnian kimiawi (Setiaji dan Prayugo, 2006).

Minyak kelapa murni merupakan hasil olahan kelapa yang bebas dari transfatty acid (TFA) atau asam lemak-trans. Asam lemak trans ini dapat terjadi akibat proses hidrogenasi. Agar tidak mengalami proses hidrogenasi, maka ekstraksi minyak kelapa ini dilakukan dengan proses dingin. Minyak kelapa memiliki sifat fisik-kima seperti; penampakan minyak tidak berwarna, beraroma sedikit asam ditambah bau caramel, tidak larut dalam air tetapi larut dalam alcohol, memiliki berat jenis 0,833 pada suhu 20^0C, titik cair 20-25^0C, titik didihh 225^0C dan rumus kimia: $CH_3(CH_2)_{10}COOH$ (Darmoyuwono, 2006).

Komposisi kimia minyak kelapa berbeda dengan komposisi kimia sumber minyak lainnya baik yang berasal dari nabati maupun hewani. Keunikan minyak kelapa, yaitu kaya akan kandungan asam-asam lemak jenuh berantai pendek

dan berantai menengah. Satu-satunya minyak yang komposisi kimiawinya mirip dengan minyak kelapa adalah minyak biji sawit atau palm kernel oil (PKO). minyak kelapa mengandung 92 % asam lemak jenuh, yang tediri dari 48 % asam laurat (C12 : 0), 17 % asam miristat (C14 : 0) dan lain sebagainya. Berbeda dengan minyak lainnya seperti misalnya minyak jagung, minyak kedelai, minyak safflower dan minyak sunflower yang dominan dengan kandungan asam lemak tidak jenuh. Minyak kelapa kandungan asam-asam lemak jenuhnya tinggi, sehingga minyak kelapa relatif lebih stabil terhadap oksidasi dibanding minyak-minyak tak jenuh (Thampan, 1998). Minyak kelapa biasa juga dikenal dengan minyak sumber asam laurat. Asam laurat merupakan asam lemak dominan pada minyak kelapa yang terbukti memiliki kemampuan sebagai antimikroba (Enig, 1999). Kandungan asam laurat minyak kelapa sekitar 48,24% (Karouw *et al*., 2013), sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan antimikroba pada pembuatan *edible coating.*

2.4. Cabai Merah

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) termasuk kedalam suku terong-terongan (*Solanaceae*) dan merupakan tanaman yang cukup mudah dibudidayakan. Cabai merah juga termasuk tanaman semusim yang berbentuk perdu. Tanaman cabai berasal dari benua Amerika tepatnya di Peru dan telah menyebar keberbagai Negara termasuk Indonesia (Djarwiningsih, 2005). Buah cabai merah memiliki ukuran panjang berkisar antara 6-10 cm dan berdiameter 0,7-1,3 cm. Cabai merah besar memiliki permukaan yang halus dan mengkilap serta memiliki rasa yang

pedas. Penampakan tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L) dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L)
(Dalimartha, 2003).

Cabai merah dapat tumbuh subur di dataran tinggi ataupun dataran rendah. Ciri-ciri dari cabai merah yaitu buah berbentuk besar, panjang dan meruncing, buah yang muda berwarna hijau, sedangkan buah yang tua berwarna merah, kulit buah agak tipis dan terdapat biji yang menjadi sumber rasa pedas pada cabai merah. Berikut ini merupakan klasifikasi botanis tanaman cabai (Rukmana, 1996):

Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Subkelas	: Sympetale
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Solonaceae
Genus	: Capsicum
Spesies	: *Capsicum annuum* L.

Cabai merah merupakan salah satu produk pertanian yang memiliki masa panen yang relative cepat. Secara umum interval panen buah cabai merah berlangsung selama 1,5 – 2,0 bulan. Produksi cabai selama tahun 1980 - 2015 mengalami fluktuasi dan cenderung meningkat. Pada tahun 1980 produksi cabai Indonesia sebesar 207,55 ribu ton, peningkatan produksi terjadi cukup tinggi dimana pada tahun 2015 produksi cabai telah mencapai 1.915,12 juta ton dengan rata-rata pertumbuhan selama periode tersebut sebesar 9,76% per tahun (Nuryati *et al*., 2016)

Cabai merah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang mudah mengalami kerusakan. Salah satu faktor yang menyebabkan rusaknya produk cabai segar yaitu tingginya kadar air. Cabai yang disimpan pada suhu 45°F (kurang dari 10^{0}C) hanya mampu bertahan 9 hari. Hal tersebut dikarenakan cabai mengalami proses respirasi dan transpirasi. Sifat fisiologis ini menyebabkan cabai merah memiliki tingkat kerusakan yang dapat mencapai 40% (Prayudi, 2010). Komposisi gizi yang terkandung pada cabai merah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi pada cabai merah (*Capsicum annum* L.) per 100 gram

No	Kandungan Gizi	Satuan
1	Air	90%
2	Protein	0,5 g
3	Lemak	0,3 g
4	Karbohidrat	7,8 g
5	Kalsium	29,0 mg
6	Searat	1,6 g
7	Energi	32 kal
8	Vitamin A	470 IU
9	Vitamin C	18 mg
10	Besi	0,5 g
11	Fosfor	45 mg
12	Riboflavin	0,06 mg
13	Asam Askorbat	18,0 mg

Sumber : Ashari (2006)

Cabai merah merupakan salah satu produk hasil pertanian yang menjadi unggulan produk ekspor. Menutut Dirjen hortikultura (2017), cabai merah berada diurutan ke tiga berdasarkan volume ekspor yaitu sebesar 8.624 ton. Tinggi permintaan produk cabai harus diimbangi dengan penanganan pasca panen yang tepat. Penyortiran cabai merupakan salah satu cara untuk memisahkan buah cabai berdasarkan mutu dan ukuran panjangnya. Lama penyimpanan cabai merah dipengaruhi oleh laju respirasi buah, kondisi ruang penyimpanan, dan tingkat kematangan cabai. Penyimpanan yang baik dapat memperpanjang masa simpan dan kesegaran cabai merah tanpa menimbulkan perubahan fisik atau kimia yang berarti,. sehingga dengan penanganan yang tepat kualitas cabai akan tetap terjaga (Susanto, 1994). Berikut merupakan kualitas cabai merah berdasarkan SNI yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas cabai merah segar berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-4480-1998)

No	Jenis Uji	Persyaratan		
		Mutu I	Mutu II	Mutu III
1	Keseragaman Warna	Merah >95%	Merah ≥ 95%	Merah ≥ 95%
2	Keseragaman bentuk	Seragam 98%	Seragam 96%	Seragam 95%
3	Keseragaman ukuran			
	A. Cabai mersh besar			
	*Panjang Buah	12 – 14 cm	9 – 10 cm	< 9 cm
	*Garis tengah pangkal	1,5 – 1,7 cm	1,3 – 1,5 cm	< 3 cm
	B. Cabai merah keriting			
	*Panjang Buah	>12 - 17 cm	>10 – 12 cm	< 10 cm
	*Garis tengah pangkal	>1,3 – 1,5 cm	>1,0 – 1,3 cm	< 1,0 cm
4	Kadar kotoran	1	2	5
5	Tingkat kerusakan dan busuk			
	a. Cabai merah besar	0	1	2
	b. Cabai merah keriting	0	1	2

Sumber : Departemen Pertanian, Standar Mutu Indonesia (SNI 01-4480-1998)

Cabai merah merupakan salah satu komoditas hasil pertanian yang memiliki masa simpan yang relative singkat. Pada kondisi normal tanpa perlakuan tambahan cabai hanya tahan disimpan selama 2 sampai 3 hari, setelah itu cabai akan mengalami penurunan mutu yaitu pelayuan sebagai akibat dari tingginya laju transpirasi air sehingga bobot cabai akan berkurang hingga 7.5%, bahkan dalam dua hari setelah panen pun cabai sudah banyak yang busuk (Lamona, 2015). Hal ini akan merugikan petani sehingga petani akan menawarkan harga setandar yang ditawarkan oleh pengepun atau pedagang dari pada harus menerima resiko kerugian.

Sifat *perishable* yang dimiliki cabai merah sebagai salah satu produk hortikultura menjadikannya salah satu komoditi yang mengalami penyusutan lebih banyak baik pada waktu panen, transportasi, penyimpanan dan pemasarannya. Dengan kandungan air yang cukup tinggi pada saat panen dapat menyebabkan kerusakan hingga 40% (BP3 BPTP, 2010). Setelah proses pemanenan cabai merah segar biasanya disimpan pada suhu ruang oleh para petani cabai, dimana merutut Syarief *et al*. (1993), suhu di atas 21°C dapat mempercepat terjadinya pemasakan pada produk hortikultura karena tingginya laju respirasi dan produksi etilen yang selanjutnya dapat menyebabkan terjadinya penurunan mutu produk.

Produk hortikultura seperti cabai merah yang diperlakukan dengan baik dan dalam kondisi yang baik agar akan dapat memperlama masa simpan, mengurangi kerusakan akibat mekanis, mengurangi kerusakan fisiologis dan menekan mikroorganisme pembusuk selama proses pendistribusian maupun penyimpanan. Dalam penelitian Lamona (2015), cabai merah yang disimpan dalam kemasan jala

plastik yang disimpan pada suhu ruang akan meningkatkan susut bobot > 20% selama 5 hari penyimpanan. Wibawati (2016), juga menyatan bahwa cabai merah tanpa perlakuan yang disimpan pada suhu ruang akan meningkatkan susut bobot > 25% selama 6 hari penyimpanan. Hal ini tentunya akan merugikan bagi para produsen ataupu pedagang cabai merah secara nilai ekonomi, sehingga perlu dilakukan penanganan yang tepat agar dapat mencegah kehilangan hasil, mempertahankan mutu dan penampilan, serta memperpanjang masa simpan cabai merah.

Pengemasan merupakan salah satu upaya yang cukup baik untuk menjaga produk pertanian (seperti cabai merah) dari kerusakan sehingga teteap dapat mempertahankan mutu produk tersebut. Dengan penanganan dan penyimpanan yang tepat, produk hasil pertanian seperti cabai merah akan memiliki masa simpan yang lebih lama. Tanpa adanya penanganan atau pengolahan yang cepat dan tepat, cabai akan mudah mengalami kerusan ditambah lagi kelebihan produksi cabai pada saat panen raya akan menyebabkan harga jualnya makin turun dan akhirnya cabai dibuang atau tidak dapat diolah lagi. Berdasarkan hasil penelitian Wibawati (2016), cabai merah yang diberi perlakuan pencelupan dengan giberelin dan disimpan dalam kemasan *styrofoam* dapat menekan susut bobot hingga <10% selama 6 hari penyimpanan. Rochayat dan Munika (2015), dalam penelitiannya juga menyebutkan bahwa cabai merah yang dikemas dengan kemasan Styrofoam dan dikemas dengan clear polyethylene dapat mempertahankan susut bobot hingga 6,12% selama 6 hari penyimpanan.

2.5. Masa Simpan

Masa simpan atau yang serig disebut dengan umur simpan merupakan kurun waktu ketika suatu produk makanan akan tetap aman, mempertahankan sifat sensori, kimia, fisik, dan mikrobiologi ketika disimpan pada kondisi tertentu (Subramanian, 2000). Arpah (2001), mendefinisikan bahwa umur simpan produk pangan sebagai selang waktu antara saat produksi hingga konsumsi dimana produk berada dalam kondisi yang memuaskan berdasarkan karakteristik penampakan, rasa, aroma, tekstur dan nilai gizi. Secara umum, ada tiga macam komponen penting yang berhubungan dengan masa simpan, yaitu perubahan mikrobiologis (terutama untuk produk dengan umur simpan yang pendek), perubahan kimia serta perubahan sensori (terutama untuk produk dengan waktu simpan menengah hingga lama).

Ada faktor-faktor yang dapat mempengaruhi penurunan mutu produk pangan sehingga masa simpan dari produk tersebut akan berkurang. Herawati (2008), menyatakan bahwa terdapat enam faktor utama yang mengakibatkan terjadinya penurunan mutu atau kerusakan pada produk pangan, yaitu massa oksigen, uap air, cahaya, mikroorganisme, kompresi atau bantingan dan bahan kimia toksik atau *off flavor*. Faktor-faktor tersebut dapat mengakibatkan terjadinya penurunan mutu lebih lanjut, seperti oksidasi lipida, kerusakan vitamin, kerusakan protein, perubahan bau, reaksi pencoklatan, perubahan unsur organoleptik dan kemungkinan terbentuknya racun. Selain itu terdapat juga faktor-faktor lain yang mempengaruhi masa simpan produk pangan selama proses pendistribusian. Faktor-faktor tersebut meliputi pengendalian suhu, kelembaban relative, paparan

cahaya, mikroba disuatu lingkungan, pengemasan dan juga penyimpanan (Subramaniam, 2000).

Asgar (2009), menyatakan bahwa penyimpanan yang baik dapat memperpanjang umur simpan dan kesegaran komoditas peertanian segar seperti cabai tanpa menimbulkan perubahan fisik, biologi dan kimia. Suhu merupakan faktor yang sangat berpengaruh pada fisiologi buah selama masa penyimpanan. Suhu yang tinggi dapat mempercepat masa simpan buah, sehingga buah mengalami kerusakan fisiologis lebih cepat sebelum masa simpan berakhir. Penggunaan suhu rendah sangat efektif untuk memperpanjang masa simpan buah selama masa penyimpanan.

Penyimpanan buah pada suhu rendah dapat menurunkan proses respirasi, memperkecil transpirasi, dan menghambat perkembangan mikroba, sehingga dapat mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpan buah (Pantastico, 1989). Penyimpanan buah pada suhu rendah tidak menekan aspek metabolisme pada tingkat yang sama (Darsana *et al*., 2003). Cara lain yang dapat mempertahankan masa simpan produk pangan yaitu dengan menerapkan teknologi *edible coating. Edible coating* merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan mutu dari suatu produk pangan, biasanya diaplikasikan pada buah dan sayuran. Menurut kenawi *et al*. (2011), *edible coating* termasuk dalam kemasan biodegradable yang merupakan teknologi baru yang diperkenalkan dalam penglolahan pangan yang berperan untuk memperoleh produk dengan masa simpan yang lebih lama.

2.6. Metode Respon Permukaan (*Response Surface Methodology*)

Response Surface Methodology merupakan suatu metode gabungan antara teknik statistik dan matematika yang digunakan untuk menganalisis permasalahan dimana beberapa variabel independen mempengaruhi variabel respon dan tujuan akhirnya adalah untuk mengoptimalkan respon (Radojkovic *et al*., 2012). Metode respons permukaan merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan proses optimasi respon pada percobaan dengan faktor perlakuan bersifat kuantitatif. Menurut Bradley (2007), metode respon permukaan dapat digambarkan secara visual melalui plot respons permukaan dan kontur plot, melalui plot tersebut dapat diketahui bentuk hubungan antara respon dengan variable bebasnya.

Response Surface Methodology (RSM) meringkas sebuah kelompok teknik statistik untuk membangun model empiris dan eksploitasi model (Box dan Draper, 2007). Metode ini menghubungkan sebuah respon atau variabel keluaran (output) dengan data masukan (input) yang mempengaruhinya. Jika suatu daerah dengan respon optimum ditemukan maka dibuat suatu model untuk menghubungkan ke daerah tersebut sehingga analisis dapat dilakukan untuk mencapai daerah optimal tersebut. Ernawati (2012), menyatakan bahwa metode respon permukaan adalah metode yang menggabungkan teknik matematika dengan teknik statistika yang digunakan untuk membuat model dan menganalisis suatu respon yang dipengari oleh beberapa variabel bebas atau faktor. Menurut Myers *et al.* (2009), pengaplikasian (RSM) membutuhkan model perkiraan untuk mendapatkan permukaan respon yang benar.

Menurut Irawan dan Astuti (2006), menyatakan metode RSM lebih murah, efektif, mudah dioprasikan dan tidak membutuhkan waktu yang lama. Metode respon permukaan merupakan metode yang efisien digunakan untuk menentukan taraf-taraf peubah bebas yang mengoptimalkan respon untuk peubah bebas yang bertaraf kuantitatif (Dewi *et al*., 2013). Metode respon permukaan bisa digunakan untuk penelitian dengan jumlah faktor yang banyak dengan 3 dan 5 taraf perlakuan. Keuntungan menggunakan RSM ini adalah dapat mempermudah pencarian wilayah optimum.

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Desember 2018 sampai dengan Maret 2019.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah cabai merah (*Capsicum annum* L.) yang diperoleh dari perkebunan cabai merah di Desa Trimulyo, Kecamatan Tegineneng, Kabupaten Pesawaran. Bahan lain yang digunakan adalah karagenan yang dibeli dari CV. NURA JAYA, gliserol, tepung tapioka merk Pak Tani, minyak kelapa merk Ikan Dorang yang diperoleh dari toko swalayan di Bandar Lampung, larutan I_2 0,01N dan aquades yang diperoleh dari Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian.

Alat yang digunakan antara lain pisau, *blender*, gelas ukur, gelas beaker 25 mL, baskom, timbangan digital i200, *thermometer*, *magnetic hot plate stirrer* merk KENKO 79-1, kertas saring, spatula, buret, statif, *beaker glasss* 500 mL, mangkuk plastik, penetrometer merk KM-5, color meter merk TES 135A, pipet ukur 1 mL dan labu Erlenmeyer 100 ml.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan 3 variabel perlakuan yaitu konsentrasi karagenan, konsentrasi minyak kelapa dan lama simpan. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *response surface methodology* (RSM) dengan rancangan *Central Composite Design*. Percobaan ini menggunakan 3 variabel independen atau variabel bebas sehingga nilai rotatabilitasnya (α) = $(3^2)^{1/4}$ =1,68179 ≈ 1,682. Oleh karena itu, nilai ± 1,682 termasuk nilai yang digunakan untuk pengkodean pada saat proses analisis data. *Central Composite Design* dengan 3 variabel bebas menghasilkan *Response surface* yang menunjukkan jumlah rancangan perobaan 2^3 faktorial, 6 *center point*, dan 6 *axial point* (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil desain *respon surface methodology*

Central Composite Design	**Total**		**Total**
Factors	3	Replicates	1
Base runs	20	Total runs	20
Base blocks	1	Total blocks	1
Two-level factorial Full factorial			
Cube points	8		
Center points in cube	6		
Axial points	6		
Center points in axial	0		
α: 1,68179			

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu konsentrasi karagenan (0,5%, 1%, dan 1,5%) (b/v), konsentrasi minyak kelapa (0,3%, 0,6%, 0,9%) (v/v) dan lama simpan (4, 6, 8 hari) (Tabel 4). Selanjutnya diperoleh rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan desain percobaan 2^3 yang ditunjukkan pada Tabel 5. Variabel dependen atau variabel respon (parameter) yaitu susut bobot, kekerasan, kadar vitamin C dan warna. Hasil variabel respon selanjutnya dianalisis sidik ragamnya menggunakan program Minitab 18.

Tabel 4. Faktor, variabel, dan taraf variabel RSM secara faktorial 2^3 pada proses peningkatan masa simpan cabai merah

No	Faktor	Variabel	Taraf Variabel				
			-α -1,68	**Rendah -1**	**Tengah 0**	**Tinggi +1**	**+α +1,68**
1.	Konsentrasi karagenan (%) (b/v)	K	0,159	0,5	1	1,5	1,840
2.	Konsentrasi minyak kelapa (**%**) (v/v)	M	0,09	0,3	0,6	0,9	1,104
3.	Lama simpan (hari)	H	2,636	4	6	8	9,363

Keterangan :

$\alpha = \sqrt[4]{(2^k)}$

k = jumlah faktor atau variabel bebas

Jadi, $\alpha = \sqrt[4]{(23)} = 1,682$

Rumus mencari nilai taraf X pada design percobaan 2^3 faktorial :

± α 1,68 = X – nilai tengah / selisih taraf

Tabel 5. Desain percobaan 2^3 faktorial dengan 3 variabel bebas

Taraf Variabel				Nama Variabel			
Run	**K**	**M**	**H**	**Konsentrasi karagenan (%)**	**Konsentrasi minyak kelapa (%)**	**Lama simpan (hari)**	**Kode Sampel**
1	-1	-1	-1	0,5	0,3	4	R1
2	1	-1	-1	1,5	0,3	4	R2
3	-1	1	-1	0,5	0,9	4	R3
4	1	1	-1	1,5	0,9	4	R4
5	-1	-1	1	0,5	0,3	8	R5
6	1	-1	1	1,5	0,3	8	R6
7	-1	1	1	0,5	0,9	8	R7
8	1	1	1	1,5	0,9	8	R8
9	-1,682	0	0	0,159	0,6	6	R9
10	1,682	0	0	1,840	0,6	6	R10
11	0	-1,682	0	1	0,095	6	R11
12	0	1.682	0	1	1,104	6	R12
13	0	0	-1,682	1	0,6	2,636	R13
14	0	0	1.682	1	0,6	9,363	R14
15	0	0	0	1	0,6	6	R15
16	0	0	0	1	0,6	6	R16
17	0	0	0	1	0,6	6	R17
18	0	0	0	1	0,6	6	R18
19	0	0	0	1	0,6	6	R19
20	0	0	0	1	0,6	6	R20

Keterangan :

K = konsentrasi karagenan

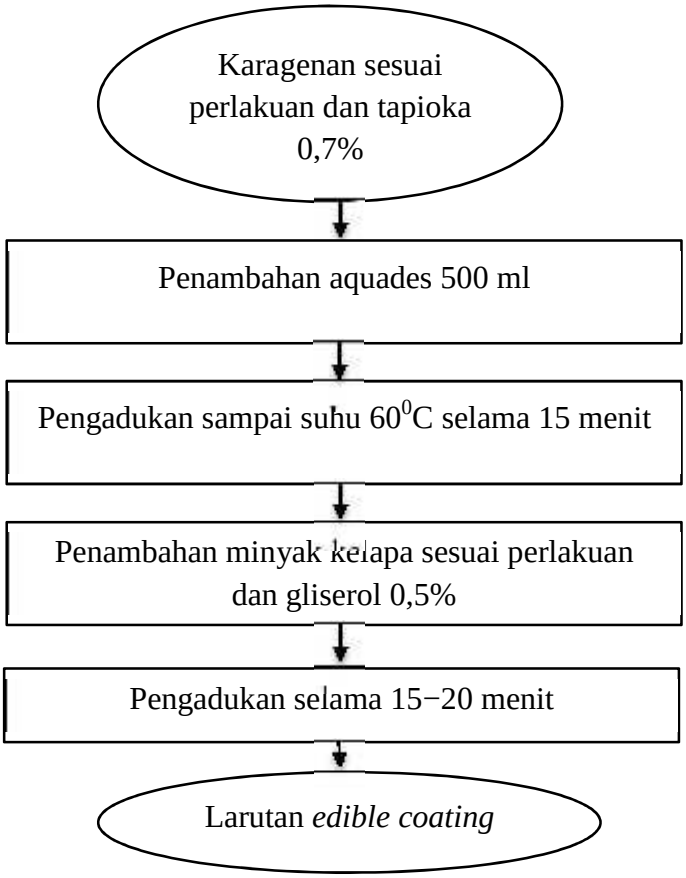
M = konsentrasi minyak kelapa

H = lama simpan

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pembuatan Larutan *Edible Coating* :

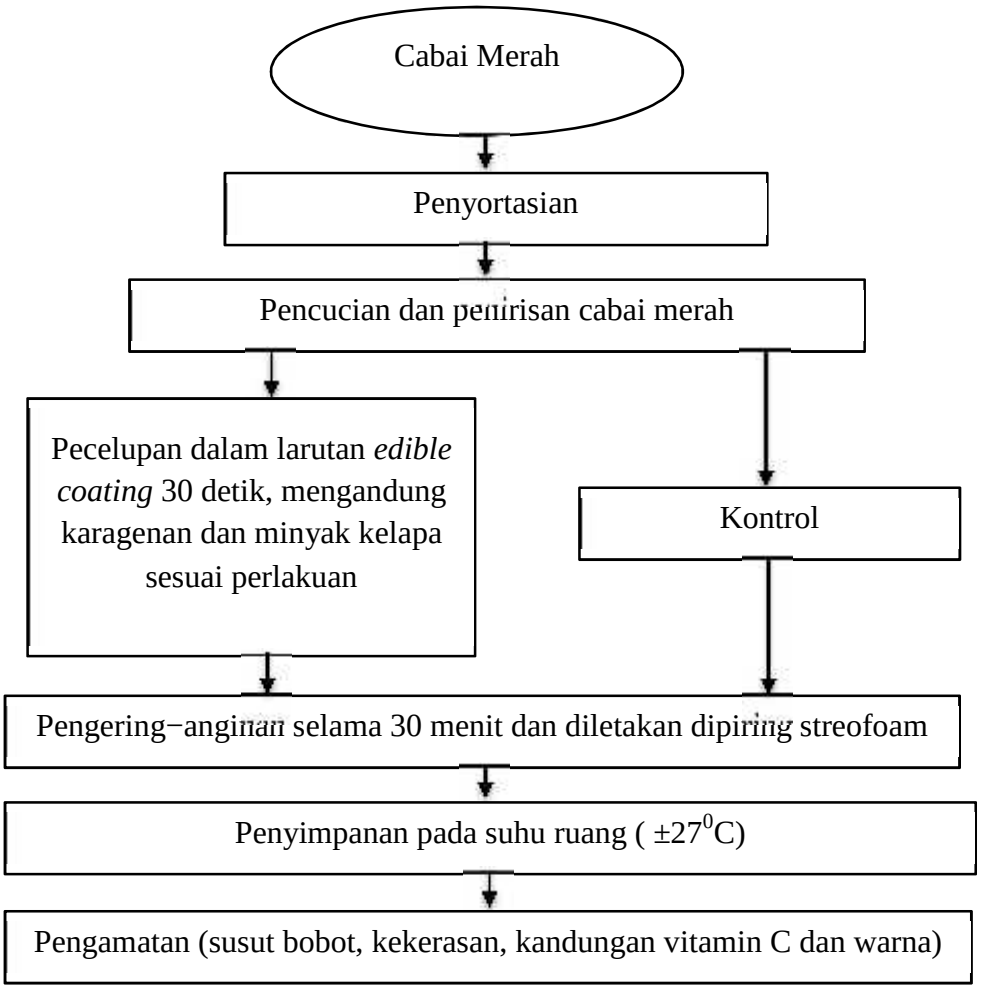
Pembuatan larutan *edible coating* ini dilakukan menurut metode Saputro *et al*. (2016), yang dimodifikasi. Karagenan sesuai perlakuan dimasukkan kedalam *beaker glass* bersama dengan tepung tapioka 0,7% (b/v), kemudian ditambahkan dengan aquades sebanyak 500 ml, pengadukan dilakukan dengan *hot plate stirrer* sampai suhu 60^0C selama 15 menit, bertujuan untuk mencampurkan dan menghomogenisasi larutan, kemudian ditambahkan dengan gliserol sebanyak 0,5% (v/v) dan minyak kelapa sesuai perlakuan. Pengadukan dilakukan selama 15−20 menit. Diagram alir pembuatan larutan *edible coating* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir pembuatan larutan *edible coating* (modifikasi dari Saputro *et al*.,(2016).

3.4.2. Aplikasi *Edible Coating* pada Cabai Merah

Buah cabai merah setelah dipanen kemudian disortir untuk mendapat buah dengan kuliatas baik. Cabai merah kemudian dicelupkan kedalaam larutan *coating* yang mengandung konsentrasi karagenan dan minyak kelapa sesuai perlakuan selama 30 detik, kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan selama 30 menit dan disimpan pada suhu ruang. Pengamatan dilakukan terhadap susut bobot, tekstur (kekerasan), warna dan kadar vitamin C pada suhu ruang ± 27°C. Diagram alir pengaplikasian *edible coating* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir aplikasi *edible coating* pada cabai merah

3.5. Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian aplikasi *edible coating* bebabasis karagenan degan penambahan minyak kelapa untuk memperpanjang masa simpan cabai merah meliputi susut bobot, kekerasan, kadar vitamin C dan warna.

3.5.1. Susut Bobot

Susut bobot dihitung dari selisih bobot awal cabai merah pada hari ke- 0 dengan bobot akhir cabai setelah penyimpanan dihentikan. Rumus (Krismayanti, 2007).

$$\%\ \textbf{Susut bobot} = \frac{\textit{Bobot awal} - \textit{bobot akhir}}{\textit{Bobot awal}}\ x\,100\%$$

3.5.2. Kekerasan

Kekerasan cabai merah diukur dengan menggunakan penetrometer dengan spesifikasi model KM−5 yang didapat di Laboratorium THP, Politeknik Negri Lampung. Diatur beban penetrometer, lalu diatur jarum penunjuk skala kedalam tusukan dengan angka nol. Cabai merah ditempatkan dibawah jarum sehingga ujung jarum menempel pada buah tetapi tidak menusuk kulit cabai merah. Tombol mulai dipencet, cabai ditusukan sampai 5 detik dan dibaca skala penanda bergeser dari angka nol (Simanjorang, 2017). Alat ukur kekerasan (penetrometer) dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Alat ukur kekerasan (penetrometer)

3.5.3. Kadar Vitamin C

Pengukuran kadar vitamin C menggunakan metode AOAC, (1995). Sebanyak 10 gram sampel (cabai merah) yang telah dihancurkan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml dan diencerkan dengan aquades sampai tepat tanda tera. Campuran dikocok dan kemudian disaring. Filtrat sebanyak 25 ml ditambahkan dengan 2 tetes indikator kanji, lalu dititrasi dengan iod 0.01 N sampai timbul warna biru (AOAC, 1995). Kandungan vitamin C dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Vitamin C } \left(\frac{\text{mg}}{100\text{gr}}\right) = \frac{ml\ titrasi \times 0{,}08 \times faktor\ pengencer\ x100}{gr\ sampel}$$

3.5.4. Warna

Penetuan warna pada sifat fisik cabai merah menggunakan model R,G dan B, Warna *Red*, *Green* dan *Blue* yang merupakan komponen warna utama yang membentuk citra digital (Ahmad, 2005). Alat yang digunakan untuk mendapatkan nilai R, G dan B yaitu color meter dengan spesifikasi TES 135A. Warna RGB tersebut diaplikasikan kedalam lampu LED kecil (piksel), sehingga dapat mempresentasikan banyak warna (Taufik, 2015). Selain itu, model RGB juga

merupakan model warna pokok aditif, yaitu warna yang dibentuk dengan mengkombinasikan energi cahaya dengan tiga warna pokok dalam berbagai perbandingan (Ahmad, 2005). Penentuan warna dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a. Alat *color meter* dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Hal ini bertujuan agar data yang diperoleh lebih akurat dan tidak bias.
b. Sampel cabai merah diletakkan diatas kertas berwarna putih (*background* berwarna putih). Sampel diukur intensitas warna RGBnya satu persatu sesuai perlakuan.
c. Alat *color meter* diletakkan dengan jarak ± 5 cm diatas permukaan cabai merah, kemudian tekan tombol star untuk memulai proses pengukuran intensitas warna RGB pada cabai merah.
d. Alat akan mengukur intensitas warna RGB dan hasilnya akan ditampilkan dilayar.

Data hasil Analisa kemudian dihitung untuk mencari nilai indeks RGB. Menurut Sianturi (2008), berikut rumus perhitungan untuk menentukan indeks RGB :

$$r = \frac{R}{R+G+B} \quad \text{……. (}\textit{indeks r}\text{)}$$

$$g = \frac{G}{R+G+B} \quad \text{…….....(}\textit{indeks g}\text{)}$$

$$b = \frac{B}{R+G+B} \quad \text{…….(}\textit{indeks b}\text{)}$$

Keterangan :

R, G, B = nilai pembaca pada berkas citra digital
r, g, b = nilai warna indeks merah, hijau, biru

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Kondisi optimum penerapan *edible coating* pada cabai merah terjadi pada konsentrasi karagenan 1,84%, konsentrasi minyak kelapa 1,10% dan lama simpan 3,31 hari. Pada kondisi optimum tersebut, cabai merah mengalami susut bobot sebesar 0,04%, mengandung vitamin C 82,58 mg/100gr, memiliki tekstur (kekerasan) 0,94 Kg/(5x10mm) dan memiliki nilai warna sebesar 0,67; Sementara itu cabai merah kontrol (tanpa *edible coating*) yang disimpan pada suhu ruang selama 3,31 hari mengalami susut bobot sebesar 14,21%, mengandung vitamin C 60,75 mg/100gr, memiliki tekstur 0,66 Kg/(5x10mm) dan memiliki nilai warna sebesar 0,55. Jadi *edible coating* dapat mengurangi susut bobot cabai merah sebesar 14,17% dan lebih dapat mempertahankan kadar vitamin C, tekstur dan warna cabai merah setelah penyimpanan pada suhu ruang selama 3,31 hari.

5.2. Saran

Perlunya dilakuakan penelitian lebih lanjut tentang *edible coating* yang memiliki kemampuan sebagai penghalang terhadap gas dan uap air yang lebih baik sehingga dapat mempertahankan mutu serta dapat memperpanjang masa simpan cabai merah.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, U. 2005. Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pengolahannya. Graha Ilmu. Yogyakarta. 121 hlm.

Ahmad, U. 2013. Teknologi Penanganan Pasca Panen Buahan dan Sayuran. Graha Ilmu. Yogyakarta. 257 hlm.

Almega. 2017. Apa Itu *Plasticizer*. http://analisiswarna.com. diakses pada tanggal 12 Oktober 2018.

Alsuhendra, Ridawati dan Santoso, A.I. 2011. Pengaruh Penggunaan Edible Coating terhadap Susut Bobot, pH, dan Karakteristik Organoleptik Buah Potong pada Penyajian Hidangan Dessert. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Negeri, Jakarta.

Anugerah, M., Wignyanto. dan Dewi, A, I. 2012. Aplikasi Edible Coating dari Karagenan dan Gliserol untuk Mengurangi Penurunan Kerusakan Apel Romebeauty. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Universitas Brawijaya. 91 Hlm.

AOAC. 1995. Methods of Analysis. Association of official Analytical Chemist. Washington D.C.

Aprilia, I.A., Rakhmawati, T. dan Utami, H. 2006 “Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut Jenis Eucheuma Cottonii”., Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia hal BBTP 24-1 – BBTP24-6.

Arpah. 2001. Penentuan Kedaluwarsa Produk Pangan. Program Studi Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Arifin, S., Sari, N. dan Suparmi. 2015. Pengaruh Edible Coating Dari Karagenan Terhadap Mutu Ikan Kembung Perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) Segar Selama Penyimpanan Suhu Dingin. J. Online Mahasiswa. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.

Asgar, A. 2009. Penanganan Pascapanen Beberapa jenis sayuran. Makalah Linkages.

Ashari, S. 2006. Hortikultura Aspek Budidaya. UI Press. Jakarta. 485 Hlm.

Astawan, M.W. 2009. Teknologi Pengolahan Pangan Hewani Tepat Guna. Akademika Pressindo. Jakarta.

Astawan, M. 2008. Mari kita Santap Lidah Buaya. http://www.kompas.com/kirim _berita/print.sfm?nnum+87697. Akses 7 Januari 2018.

Astuti, R. 2006. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Protein Edible Film dari Nata de Coco dengan Penambahan Pati, Gliserin dan KitosanSebagai Pengemas Bumbu Mie Instan. (Skripsi). Fakultas Matematika danIlmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan. 77 hlm.

Badan Standardisasi Nasional. 2008. SNI 7381:2008. Minyak Kelapa Virgin (VCO). Jakarta. 32 hal.

Baldwin, E.A., Hagenmaier, R. dan J, Bay. 2012. Edible Coating and Film to Improve Food Quallity Second edition. London. CRC Press.

[BP3 BPTP] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian; Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. 2010. Budidaya dan pascapanen cabai merah (Capsicum annuum L). Jawa Tengah (ID).

Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim. BPS-Statistic Indonesia. Jakarta. 12 hal.

Budiman. 2011. Aplikasi Pati Singkong Sebagai Bahan Baku Edible Coating Untuk Memperpanjang Umur Simpan Pisang *Cavendish* (*Musa cavendishii*.). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. 90 hlm.

Bradley, T. 2007. The Response Surface Methodology. (Thesis). Departemen of Mathematical Sciences Indian University of South Bend.Indiaana. 146 pp.

Coniwati, P., Laila, L. dan Alfira, M.R. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan dan Pemlastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*.20(4):22-30.

Dalimartha, S. 2003. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 3. Puspa Swara, Jakarta.

Darmoyuwono, W. 2006. Gaya Hidup Sehat dengan Virgin Coconut Oil. Gramedia. Jakarta. 47 hal.

Darsana, L., Wartoyo dan Wahyuti, T. 2003. Pengaruh saat panen dan suhu penyimpanan terhadap umur simpan dan kualitas mentimun Jepang. (Cucumis sativus L.). Agrosains Volume 5 No 1, 2003.

Departemen Pertanian Republik Indonesia. Standard Mutu Indonesia SNI 01 – 4480 – 1998. Jakarta.

Dewi, A.K., Sumarjaya, I.W. dan Srinadi, I.G.A.M. 2013. Penerapan Metode Permukaan Respons dalam Masalah Optimalisasi. e-Jurnal Matematika.2(2): 32-36.

Direktorat Jenderal Hortikultura. 2017. Statistik Produksi Hortikultura.Kementerian Pertanian.

Donhowe, I.G. and Fennema, O.R. 1993. The Effects of Plastisizer on Crystallinity, Permeability and Mechanical Properties of Methylcellulose Films. Journal Food Process And Presentatif. 17(4): 247-257.

Distantina, S., Fadilah., Rochmadi, M., Fahrurrozi, M. dan Wiratni. 2010. Proses ekstraksi karagenan dari Eucheuma cottonii. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. ISSN : 1411-4216.

Dutta, D., Chaudhuri, U.R. dan Chakraborty, R. 2005. Structure, Health, Benefits, Antioxidant Property, processing and storage of carotenoids. African journal ofbiotechnology. 4(13): 1510-1520.

Dwimayasanti, R. 2016. Pemanfaatan Karagenan Sebagai Edible Film. Jurnal Oscana,Vol XLI No 2.

Enig, M. 1999. Coconut : In Support of Good Health in the 21st Century. Paper presented on APPC'S XXXVI session and 30th Anniversarry in Pohnpei, Federated States of Micronesia, 27-28 September 1999.

Fahmitasari, Y. 2004. Pengaruh Penambahan Tepung Karagenan Terhadap Karakteristik Sabun Mandi Cair. Skripsi. Bogor: Departemen Teknologi Hasil Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.

Fajriati, Imelda, E. Sedyadi dan Sudarlin. 2017. Sintesis Komposit Film Kitosan Menggunakan Sorbitol Sebagai Plasticizer . Jurnal Penelitian Kimia Vol 13 (2017) Hal. 75-94.

Genevois, C.E., Pla, M.F.D.E. and Flores, S.K. (2016). Application of edible coatings to improve global quality of fortified pumpkin. Innovative Food Science and Emerging Technologies 33: 506–514.

Ghasemzadeh, R., Karbassi, A. and Ghoddousi, H. B. 2008. Application of Edible Coating for Improvement of Quality and Shelf-life of Raisins. World Applied Sciences Journal. 3 (1) : 82-87.

Handoko, Dody D., Besman Napitupulu., dan Hasil Sembiring. 2005. Penanganan Pascapanen Buah Jeruk. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian.

Harianingsih. 2010. Pemanfaatan Limbah Cangkang Kepiting Menjadi Kitosan sebagai Bahan Pelapis (*Coater*) pada Buah Stroberi. Tesis. Program Magister Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.

Harpenas, A. dan Dermawan, R. 2010. Budidaya Cabai Unggul. Penebar Swadaya.

Hartanto, R. dan Sianturi, C. 2008. Perubahan kimia, fisika dan lama simpan buah pisang muli dalam penyimpanan atmosfir pasif. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Universitas Lampung, 17-18 November 2008.

Herawati, H. 2008. Penentuan umur simpan pada produk pangan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.

Hibatur, M. 2015. Aplikasi Kitosan pada buah belimbing (Averrhoa carambola L.) dalam kemasan pasif untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan mutu buah. (Skripsi). Universitas Lampung. 60 Hlm.

Huri, D. dan Nisa, F.C. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Ampas Kulit Apel terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2(4): 29-40.

Iriawan, N.S. dan Astuti, P. 2006. Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 17. Yogyakarta: Penerbit Andi. Jakarta. 112 hlm.

Juhaimi, F., Kashif, G. dan Elfadil, E.B. 2012. Effect of Gum Arabic Edible Coating on WeightLoos, Firmness and Sensory Characteristics of Cucumber (Cucumis SativusL.) Fruit During Storage. J.Bot,.Vol 4(4):1439-1444.

Karouw, S., Barlina, R., Kapuallo, L.M. dan Wungkana, J. 2017. Karakteristik Biodegradable Film Pati Sagu dengan Penambahan Gliserol, CMC, Kalium Sorbat dan Minyak Kelapa. Balai Penelitian Tanaman Palma. Manado.

Karouw, S., Suparmo, P., Hastuti. dan Utami, T. 2013. Sintesis ester metil rantai medium dari minyak kelapa dengan cara metanolisis kimiawi. Agritech 33(2): 182-188.

Kenawi, M.A., Zaghlul, M. M. A. dan Abdel-Salam, R. R. 2011. Effect oftwonatural antioxidants inCombination With Edible Packaging onStabilityof Low Fat Beef Product StoredUnder Frozen Condition. Biotechnology inAnimal Husbandry 27 (3): 345-356.

Keshani, S., Chuah, A.L., Nourouzi, M.M, Russly, A.R, Jamilah, B. 2010. Optimization of concentration process on pomelo fruit juice using response surface methodology (RSM). International Food Research Journal. 17: 733-742.

Kirwan, M.J., Strawbridge, J.W. 2003. Plastics in food packaging. Di dalam: Coles R, McDowell D, Kirwan MJ, editor. Food Packaging Technology. Canada (CA). Praeager. hlm 174-239.

Kismaryanti, A. 2007. Aplikasi Gel Lidah Buaya (Aloe Vera) Sebagai Edible Coating Pada Pengawetan Tomat. Skripsi Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.Bogor. 106 Hlm.

Kore., Vijaykumar T., Sima S., Tawade., Kabir, J. 2017. Application of Edible Coatings on Fruits and Vegetables. Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR) Vol-3 ISSN: 2454-1362.

Krochta, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M. (Eds.)., 1994. Edible Penyaluts and Films To Improve Food Quality. Technomic Pub. Co., Inc Lancaster.

Kumar, A.O. dan Tata, S. 2009. Ascorbic Acid Contents in Chili Peppers (Capsicum L.). Not Sci Biol 1 (1) 2009, 50-52.

Lamona, A. 2015. Penggunaan Jenis Kemasan dan Suhu yang Berbeda untuk Penyimpanan Sementara Cabai Merah Keriting (Capsicum annuum L.) Segar. Tesis. Program Studi Teknologi Pascapanen. IPB. Bogor.

Lathifa. 2013. Pengaruh Jenis Pati Sebagai Bahan Edible Coating dan Suhu Penyimpanan Terhadap Kualitas Buah Tomat. (Skripsi). Fakultas Pertanian Universitas Islam Negeri MaulanaMalik Ibrahim. 98 hlm.

Lestari, C.P. 2008. Aplikasi Edible Coating Gel Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) Pada Pengawetan Buah Strawberry (*Fragaria x ananassa Duchesne*) . Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.

Lieberman, E. R. dan S. G. Gilbert. 1973. Gas permeation of collagen films as affected by cross linkage, moisture, and plastizer content. Journal of Polymer Science (41) : 33-43.

Manab, A. 2008. Pengaruh Penambahan Minyak Kelapa Sawit terhadap Karakteristik Edible Film Protein Whey. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak. 3(2): 8-16.

Marlina, L.Y. dan Aris, P. 2014. Aplikasi Pelapis Kitosan dan Lilin Lebah Untuk Meningkatkan Umur Simpan Salak Pondoh. *Jurnal Keteknikan Pertanian* 28(1) :13-29.

Mitra, S.K. 1997. Postharvest Physiologi and Storage of Tropical and Subtropical Fruit. CAB International,UK.

Moses, J., Anandhakumar, R. and Shanmugam, M. 2015. Effect of alkaline treatment on the sulfate content and quality of semi-refined carrageenan prepared from seaweed *Kappaphycus alvarezii* Doty (Doty) farmed in Indian waters; African Journal of Biotechnology Vol. 14(18), pp. 1584-1589.

Mulyadi, F.A. 2011. Aplikasi Edible Coating Untuk Menurunkan Tingkat Kerusakan Jeruk Manis (Citrus Sinensis) (Kajian Konsentrasi Karagenan dan Gliserol. Proshiding Nasional, Program Studi Teknologi Industri Pertanian Bekerjasama dengan Asosiasi Profesi Teknologi Industri. Malang. 507-516 Hlm.

Mulyadi, A. F., Kumalaningsih, S. dan. Giovanny, L.G.D. 2013. Aplikasi Edible Coating Untuk Menurunkan Tingkat Kerusakan Jeruk Manis (Citrus Sinensis) (Kajian Konsentrasi Karagenan dan Gliserol). Prosiding Seminar Nasional, Program Studi Teknologi Industri Pertanian Bekerjasama dengan Asosiasi Profesi Teknologi Agroindustri (APTA) 507.

Musaddad, D. 2003. Produk Olahan Tomat. Penebar Swadaya. Jakarta. 310 hlm.

Myers., Raymond H., Montgomery, C.D., Anderson-Cook, M.C. 2009. Response Surface Methodology Process and Product Optimazation using Design Experiments, Third edition. New York: John Wiley and Sons, Inc.

Ningsih, S. H. 2015. Pengaruh Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik *Edible Film* Campuran Whey Dan Agar. Skripsi.

Norman, E.P BOX., Norman, R., Draper. 2007. Response Surfaces, Mixtures and Ridge Analyses.Wiley-Interciense.

Nuryati, L., Budi, W. dan Widaningsih, R. 2016. *Outlook* Cabe. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. ISSN :1907-1507.

Paramawati, R. 2001. Kajian Fisik dan Mekanik terhadap Karakteristik Film Kemasan Organik dari α-Zein Jagung. (Disertasi). Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 165 hlm.

Prajapati, V.P., Maheriya, P.M., Jani, G.K. dan Solanki, H.K. (2014). Carrageenan: A natural seaweed polysaccharide and its applications. Carbohydrate Polymers 105: 97– 112.

Prawirokusumo, S. 1994. Ilmu Gizi Komparatif. BPFE. Yogyakarta.

Prayudi, B. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Tengah.

Prianto, G., Swastiny R., Wijaya, A. 2005. Perubahan Mutu Lempok Durian Dalam Kemasan Edible Berbahan Lilin Madu Selama Penyimpanan Pada Penyajian Hidangan Suhu Kamar. Stigma Vol.XIII No.2.

Pujimulyani, D. 2009. Teknologi Pengolahan Sayur-Sayuran dan Buah-Buahan. GrahaIlmu. Yogyakarta.

Pujimulyani, D. 2012. Teknologi Pengolahan Sayur-sayuran dan Buah-buahan Graha Ilmu. Yogyakarta. 288 hlm.

Purseglove. 2003. Spice, Volume II. New York (US) : Longman Inc.

Rachmawati, A.K. 2009. Ekstraksi Dan Karakterisasi Pektin Cincau Hijau (*Premna Oblongifolia. Merr*) untuk Pembuatan Edible Film.(Skripsi). Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 70 hlm.

Radojkovic, A.K., Zekovic, Z., Jokic, S. and Vidovic, S. 2012. Determination of Optimal Extraction Parameter of Mulberry Leaves Using Response Surface Methodology (RSM). Romanian Biotechnological Letters. 17(3): 7295-7308.

Rhein-Knudsen, N., Ale, M.T. and Meyer, A.S. 2015. Review - Seaweed Hydrocolloid Production: An Update on Enzyme Assisted Extraction and Modification Technologies; Mar. Drugs 2015, 13, 3340-3359; doi:10.3390/md13063340.

Rimadianti, N. 2007. Karakteristik Edible Film Dari Isinglass Dengan Penambahan Sorbitol Sebagai Plasticizer. Skripsi. Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Rochayat, Y. dan Munika, V.R. 2015. Respon Kualitas dan Ketahanan Simpan Cabai Merah (Capsicum annuum L.) dengan Penggunaan Jenis Bahan Pengemas dan Tingkat Kematangan Buah. Department of Crop Science. Padjadjaran University.

Roziqin, K.M. 2016. Respon Kualitas Penyimpanan Cabai Merah Keriting (Capsicum annuum L.) Pada Berbagai Suhu Penyimpanan. Fakultas Teknologi Pertanian.IPB. Bogor.

Rukmana, R. 1996. Usaha Tani Cabai Hibrida Sistem Mulsa Plastik. Kanisius.

Saputro, W.B., Dewi, N.E. dan Susanto, E. 2016. Karakteristik Edible Film Dari Campuran Tepung Semirefined Karaginan Dengan Penambahan Tepung Tapioka dan Gliserol. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Semarang.

Sari, N.R., Novita, D.D. dan Sugianti C. 2015. Pengaruh Konsentrasi Tepung Karagenan dan Gliserol Sebagai Edible Coating Terhadap Perubahan Mutu Buah Stroberi (Fragaria x ananassa) Selama Penyimpanan. (Skripsi). Teknik Pertanian Fakultas Pertanian. UNILA. Lampung.

Sembiring, N.N. 2009. Pengaruh Jenis Bahan Pengemas Terhadap Kualitas Produk Cabai Merah (*Capsicum annum* L). Tesis Pascapanen Universitas Sumatera Utara. Medan. 144 Hlm.

Setiaji, B. dan Surip, P. 2006. Membuat VCO Berkualitas Tinggi. Jakarta. Penebar Swadaya. 98 hal.

Shabrina, A.N., Abduh, S.B.M., Hintono, A. dan Pratama, Y. 2017. Sifat Fisik Edible Film yang Terbuat dari Tepung Pati Umbi Garut dan Minyak Sawit. Jurnal Aplikasi *Teknologi Pangan*. 6(3):138-142.

Sianturi. 2008. Perubahan Kimia, Fisika dan Lama Simpan Buah Pisang Muli Dalam Penyimpanan Atmsofer Pasif. Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi-II. Universitas Lampung.

Simanjorang, R.A. 2017. Pengaruh konsentrasi cmc dan lama pencelupan pada aplikasi lidah buaya (aloe vera l.) sebagai edible coating pada cabai merah (capsicum annum l.). (Skripsi) Universitas lampung 53 hlm.

Sitorus, R.F., Karo-Karo, T., Lubis, Z. 2014. Pengaruh Konsentrasi Kitosan sebagai *Edible Coating* dan Lama Penyimpanan terhadap Mutu Buah Jambu Biji Merah. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian.* 2(1): 37-46.

Sjaifullah. 1996. Petunjuk Memilih Buah Segar. Penebar Swadaya. Jakarta.

Skurtys, O., Acevedo, C., Pedreschi, F., Enrione, J., Osorio, F. and Aguilera, J. M. 2010. Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings. Department of Food Science and Technology. Universidad de Santiago de Chile.

Subramaniam, P. 2000. The Stability and Shelf Life Of Food.Woodhead Publishing Ltd. ISBN.

Supriadi, H. 2015. Pengaruh Penambahan Nanopartikel ZnO dan Kalium Sorbat Pada Edible Coating Karagenan dalam Mempertahankan Kesegaran Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa Duchesne*) Segar. Skripsi. Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.

Susanto, T. dan Sucipto, N. 1994. Teknologi Pengemasan Bahan Makanan. Blitar. CV. Family.

Susanto, T. 1994. Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian. Bina Ilmu. Surabaya. 206 Hlm.

Susilowati, P. E., Aidillah Fitri., Natsir, M. 2017. Penggunaan Pektin Kulit Buah Kakao Sebagai Edible Coating pada Kualitas Buah Tomat dan Masa Simpan. J. Aplikasi Teknologi Pangan 6 (2).

Sutikno., Marniza. dan Sari, R.M., 2015. Effects of seaweed (Eucheuma cottonii) extraction and hydrolysis on reducing sugar for bioethanol production, Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi VI Lembaga Penelitian Universitas Lampung, 3 November 2015.

Suyanti. 2009. Membuat aneka olahan cabai. Cetakan 2. Penebar Swadaya. Jakarta.

Syarief, R., Haryadi, H. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. Kerjasama Antar Pusat Universitas Pangan dan Gizi IPB (ID). Bogor

Taufik, I. 2015. *Metode Content Based Image Retrieval* (CBIR) untuk Pencarian Gambar yang Sama Menggunakan Perbandinga Histogram Warna RGB. Jurnal Mantik Penusa.18(2):103-111.

Tavassoli., Kafrani, E., Shekarchizadeh, H. dan Masoudpour, B.M. 2016. Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. Carbohydrate Polymers 137: 360–374.

Thampan, P.K. 1998. Facts and Fallacies About Coconut Oil. Second (Revised) edition. Jakarta. Asian and Pacipic Coconut Community.

Topuz, A. dan Ozdemir, F. 2007. Assessment of carotenoids, capcaisinoid and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (Capsicum annum L.) grown in Turkey. Journal of Food Composition and Analysis. 20:596-602.

Ulfah, M. 2009. Pemanfaatan Iota Karaginan (Eucheuma spinosum) dan KappaKaraginan (Kappaphycus alvarezii) Sebagai Sumber Serat UntukMeningkatkan Kekenyalan Mie Kering. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.Bogor: 111 pp.

Valdes., Arantzazu., Marina, R., Ana, B., Alfonso, J. and Maria, C.G. 2017. Review . State of the art af Antimicrobial edible coatings for food packaging applications coatings doi:10.3390/coatings7040056.

Warsiki, E., Sunarti, T.C. dan Nurmala, L. 2013. Kemasan Antimikrob untuk Memperpanjang Umur Simpan Bakso Ikan; Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI), Desember 2013 Vol. 18 (2): 125-131.

Wibawati, Y.A. 2016. Pengaruh Giberelin (GA3), Suhu dan Pengemasan Terhadap Mutu Cabai Merah Segar (Capsicum annum L.) Selama Penyimpanan. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.

Widaningrum., Miskiyah. dan Winarti, C. 2015. Edible Coating based on sago starch with antimicrobe addition of lemongrass oil on red bell pepper. Agritech35(1): 53–60.

Wills, R.H., Lee, T.H., Graham, W.B., Glasson and Hall, E.G. 1981. Post harvest, an Introduction to The Phisiology and Handling of Fruit and Vegetables. Sout China Printing Co. Hongkong.

Winarti, C. 2012. Teknologi Produksi dan Aplikasi Pengemas Edible Antimikroba Berbasis Pati, j. Litbang pert 31, No. 3.

Winata, H. 2006. Pengaruh Penggunaan Pree Cooling pada Proses Pasca PanenCabai Merah (Capsicum annumL.)Untuk Mempertahankan UmurSimpan. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas TeknologiPertanian. Universitas Brawijaya Malang.

Wijaya, A. 2013. Seri Bercocok Tanam Bertanam Cabai. Ganeca Exact.

Wills, R.H., Lee, T. H., Graham, W. B., Glasson, and Hall, E. G. 1981. Postharvest, An Introduction to The Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. South China Printing Co, Hongkong.

Winarno, F.G. 2002. Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikultura. Bogor: M-BRIO

Winarti, C. 2012. “Teknologi Produksi Dan Aplikasi Pengemas Edible
Yogyakarta. 92 hlm.