

EDIBLE COATING

**DENGAN BAHAN AKTIF
TANAMAN KECOMBRANG**

DAN APLIKASINYA PADA BUAH DAN SAYUR



Prof. Dr. Rifda Naufalin, S.P., M.Si.
Nurul Latifasari, S.TP.
Siti Nuryanti, S.TP.
Muna Ridha H., S.TP.

***EDIBLE COATING* DENGAN BAHAN
AKTIF TANAMAN KECOMBRANG DAN
APLIKASINYA PADA BUAH DAN SAYUR**

Oleh:

Prof. Dr. Rifda Naufalin, S.P., M.Si.

Nurul Latifasari, S.TP

Siti Nuryanti, S.TP

Muna Ridha H., S.TP



Penerbit

Universitas Jenderal Soedirman

2019

Monograf

**EDIBLE COATING DENGAN BAHAN AKTIF TANAMAN KECOMBRANG
DAN APLIKASINYA PADA BUAH DAN SAYUR**

© 2019 Universitas Jenderal Soedirman

Cetakan Kesatu, Desember 2019

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All Right Reserved

Penulis:

Prof. Dr. Rifda Naufalin, S.P., M.Si.

Nurul Latifasari, S.TP

Siti Nuryanti, S.TP

Muna Ridha H., S.TP

Editor Isi:

Dr. Triana Setyawardani, S.Pt., M.P.

Editor Bahasa:

Imam Suhardi, S.S., M.Hum.

Diterbitkan oleh:

UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN

Gd. BPU Percetakan dan Penerbitan (UNSOED Press)

Telp. (0281) 626070

Email: unsoedpress@unsoed.ac.id



Anggota

Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia

Nomor : 003.027.1.03.2018

x + 102 hal., 15,5 x 23 cm

ISBN : 978-623-7144-53-3

*Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit,
sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak,
photoprint, microfilm dan sebagainya.*

PRAKATA

Buku Monograf *Edible Coating* dengan Bahan Aktif Tanaman Kecombrang dan Aplikasinya pada Buah dan Sayur ini diharapkan dapat menjadi salah satu acuan oleh masyarakat pengguna agar mampu memahami definisi, jenis, manfaat dari *edible coating* dan penggunaan *edible coating* pada produk pangan. Tulisan pada buku monograf ini diharapkan dapat mengantar masyarakat peminat untuk mulai memahami bahan yang dapat digunakan sebagai pengawet alami dan mulai menggantikan pengawet sintetis yang digunakan pada produk pangan. Buku ini merupakan serangkaian hasil penelitian Terapan 2017 sampai 2019 yang telah didanai oleh DRPM Ristekdikti.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi tingginya kepada kementerian riset teknologi dan pendidikan tinggi RI, melalui DP2M, DIKTI. Disampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada masyarakat dan juga kepada semua pihak yang telah membantu mulai awal sampai akhir penulisan dan penerbitan buku ini.

Akhir kata, diharapkan buku yang menyajikan buku Monograf *Edible Coating* dengan Bahan Aktif Tanaman Kecombrang dan Aplikasinya pada Buah dan Sayur ini mampu membawa peminat dalam membaca buku ini. Meskipun demikian, penulis menyadari bahwa penulisan buku ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran akan dengan senang hati Penulis terima.

Purwokerto, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

BAB I. PENDAHULUAN	1
Latar Belakang.....	1
Permasalahan	3
Metode Pemecahan Masalah	4
Temuan/Kebaharuan.....	4
Tujuan dan Manfaat.....	5
BAB II. COATING	6
Definisi	6
Jenis	7
1. Coating.....	7
2. Edible coating/film	7
3. Coating antimikroba atau edible coating/film antimikroba	8
Komponen Penyusun.....	9
1. CMC (Carboxyl Methyl Cellulose)	9
2. Gliserol	10
Teknik Aplikasi	10
Manfaat.....	11
BAB III. EDIBLE COATING ANTIMIKROBA	13
Antimikroba.....	13
Bahan Antimikroba	14
Keuntungan	16
Cara Pembuatan.....	16
BAB IV. APLIKASI EDIBLE COATING ANTIMIKROBA PADA SAYUR.....	21
Produk Hortikultura	21
Aplikasi <i>Edible Coating</i> Antimikroba pada Sayur	23
Cabai (<i>Capsicum annum</i> L.).....	24
A. Klasifikasi	24
B. Jenis Cabai	25
C. Kandungan Gizi	31
D. Produktivitas	32
E. Mutu Cabai	33
F. Aplikasi <i>Edible Coating</i> terhadap variabel fisik, kimia, dan mikrobiologi cabai keriting merah	35
BAB V. APLIKASI EDIBLE COATING ANTIMIKROBA PADA BUAH.....	47
Aplikasi <i>Edible Coating</i> Antimikroba pada Buah	49
Salak Pondoh (<i>Salacca edulis</i> Reinw).....	50

A. Klasifikasi	50
B. Jenis Salak	51
C. Kandungan Gizi	54
D. Mutu Buah Salak	54
E. Aplikasi Edible Coating terhadap Variabel Kimia dan Sensoris Salak Pondoh	56
Stroberi	66
A. Klasifikasi	67
B. Kandungan Gizi	67
C. Penurunan Mutu Buah Stroberi	69
D. Aplikasi Edible Coating terhadap Variabel Kimia, Mikrobiologi, dan Sensoris Buah Stroberi Ber- Edible Coating	70
Kesimpulan	91
PENUTUP	93
DAFTAR PUSTAKA	95

BIBLIOGRAFI



Prof. Dr. Rifda Naufalin, S.P., M.Si. Lahir di Kudus pada tahun 1970. Pendidikan kesarjanaan diselesaikan di Fakultas Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman. Berkesempatan studi S2 di Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bidang Ilmu Pangan. Gelar Doktor diperoleh dari Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (2002-2005) dalam bidang Ilmu Pangan. Bekerja sebagai staf pengajar di Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto sejak tahun 1995 hingga sekarang. Mengajar beberapa mata kuliah, yakni Kimia Pangan, Mikrobiologi Dasar, Mikrobiologi Pangan, Analisis Pangan, dan Manajemen Mutu Agroindustri.

Nurul Latifasari, S.TP. Lahir di Banyumas pada tanggal 16 Februari 1996. Pendidikan S1 diselesaikan tahun 2018 di Jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Sejak tahun 2016 hingga sekarang bekerja sebagai asisten dosen di Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian serta staf Pusat Penelitian Pangan Gizi dan Kesehatan, LPPM, Universitas Jenderal Soedirman. Berpengalaman dalam membantu pengembangan produk pangan berbasis sayuran, buah-buahan, umbi, dan kacang-kacangan. Saat ini masih aktif sebagai mahasiswa Magister Ilmu Pangan, Universitas Jenderal Soedirman angkatan 2018.



Siti Nuryanti, S.TP. dilahirkan di Cilacap pada 30 Oktober 1993. Jenjang S1 diselesaikan pada tahun 2017 di Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Sejak tahun 2015 hingga sekarang bekerja sebagai asisten dosen. Tahun 2018 pernah menjadi anggota survei wajib pajak hotel Kabupaten Banyumas selama 6 bulan. Kegiatan lain yang diikuti adalah sebagai staf produksi di "Gendis". Saat ini masih aktif sebagai mahasiswa Magister Ilmu Pangan, Universitas Jenderal Soedirman angkatan 2017.

Muna Ridha Hanifah, S.TP. Lahir di Purwokerto, Banyumas, 16 April 1996. Pendidikan S1 diselesaikan tahun 2018 di Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Sejak tahun 2018 hingga sekarang bekerja sebagai asisten dosen di Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman.



***EDIBLE COATING* DENGAN BAHAN
AKTIF TANAMAN KECOMBRANG DAN
APLIKASINYA PADA BUAH DAN SAYUR**

Oleh:

Prof. Dr. Rifda Naufalin, S.P., M.Si.

Nurul Latifasari, S.TP

Siti Nuryanti, S.TP

Muna Ridha H., S.TP



Penerbit

Universitas Jenderal Soedirman

2019

Monograf

**EDIBLE COATING DENGAN BAHAN AKTIF TANAMAN KECOMBRANG
DAN APLIKASINYA PADA BUAH DAN SAYUR**

© 2019 Universitas Jenderal Soedirman

Cetakan Kesatu, Desember 2019
Hak Cipta dilindungi Undang-undang
All Right Reserved

Penulis:

Prof. Dr. Rifda Naufalin, S.P., M.Si.
Nurul Latifasari, S.TP
Siti Nuryanti, S.TP
Muna Ridha H., S.TP

Editor Isi:

Dr. Triana Setyawardani, S.Pt., M.P.

Editor Bahasa:

Imam Suhardi, S.S., M.Hum.

Diterbitkan oleh:

UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN
Gd. BPU Percetakan dan Penerbitan (UNSOED Press)
Telp. (0281) 626070
Email: unsoedpress@unsoed.ac.id



Anggota
Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia
Nomor : 003.027.1.03.2018

x + 104 hal., 15,5 x 23 cm

ISBN : 978-623-7144-53-3

*Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit,
sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak,
photoprint, microfilm dan sebagainya.*

PRAKATA

Buku Monograf *Edible Coating* dengan Bahan Aktif Tanaman Kecombrang dan Aplikasinya pada Buah dan Sayur ini diharapkan dapat menjadi salah satu acuan oleh masyarakat pengguna agar mampu memahami definisi, jenis, manfaat dari *edible coating* dan penggunaan *edible coating* pada produk pangan. Tulisan pada buku monograf ini diharapkan dapat mengantar masyarakat peminat untuk mulai memahami bahan yang dapat digunakan sebagai pengawet alami dan mulai menggantikan pengawet sintesis yang digunakan pada produk pangan. Buku ini merupakan serangkaian hasil penelitian Terapan 2017 sampai 2019 yang telah didanai oleh DRPM Ristekdikti.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi tingginya kepada kementerian riset teknologi dan pendidikan tinggi RI, melalui DP2M, DIKTI. Disampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada masyarakat dan juga kepada semua pihak yang telah membantu mulai awal sampai akhir penulisan dan penerbitan buku ini.

Akhir kata, diharapkan buku yang menyajikan buku Monograf *Edible Coating* dengan Bahan Aktif Tanaman Kecombrang dan Aplikasinya pada Buah dan Sayur ini mampu membawa peminat dalam membaca buku ini. Meskipun demikian, penulis menyadari bahwa penulisan buku ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran akan dengan senang hati Penulis terima.

Purwokerto, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

BAB I. PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang.....	1
Permasalahan.....	3
Metode Pemecahan Masalah.....	4
Temuan/Kebaharuan.....	4
Tujuan dan Manfaat.....	5
BAB II. COATING.....	6
Definisi.....	6
Jenis.....	7
1. Coating.....	7
2. Edible coating/film.....	7
3. Coating antimikroba atau edible coating/film antimikroba.....	8
Komponen Penyusun.....	9
1. CMC (Carboxyl Methyl Cellulose).....	9
2. Gliserol.....	10
Teknik Aplikasi.....	10
Manfaat.....	11
BAB III. EDIBLE COATING ANTIMIKROBA.....	13
Antimikroba.....	13
Bahan Antimikroba.....	14
Keuntungan.....	16
Cara Pembuatan.....	16
BAB IV. APLIKASI EDIBLE COATING ANTIMIKROBA PADA SAYUR.....	21
Produk Hortikultura.....	21
Aplikasi <i>Edible Coating</i> Antimikroba pada Sayur.....	23
Cabai (<i>Capsicum annum</i> L.).....	24
A. Klasifikasi.....	24
B. Jenis Cabai.....	25
C. Kandungan Gizi.....	31
D. Produktivitas.....	32
E. Mutu Cabai.....	33
F. Aplikasi <i>Edible Coating</i> terhadap variabel fisik, kimia, dan mikrobiologi cabai keriting merah.....	35
BAB V. APLIKASI EDIBLE COATING ANTIMIKROBA PADA BUAH.....	47
Aplikasi <i>Edible Coating</i> Antimikroba pada Buah.....	49
Salak Pondoh (<i>Salacca edulis</i> Reinw).....	50

A. Klasifikasi	50
B. Jenis Salak	51
C. Kandungan Gizi	54
D. Mutu Buah Salak	54
E. Aplikasi Edible Coating terhadap Variabel Kimia dan Sensoris Salak Pondoh	56
Stroberi.....	66
A. Klasifikasi	67
B. Kandungan Gizi	67
C. Penurunan Mutu Buah Stroberi.....	69
D. Aplikasi Edible Coating terhadap Variabel Kimia, Mikrobiologi, dan Sensoris Buah Stroberi Ber- Edible Coating.....	70
Kesimpulan	91
PENUTUP.....	93
DAFTAR PUSTAKA.....	95
BIBLIOGRAFI.....	103

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Hasil uji fitokimia bagian tanaman kecombrang ...	15
Tabel 2.	Jenis-jenis cabai	26
Tabel 3.	Kandungan gizi cabai merah besar per 100 gram ..	32
Tabel 4.	Laju respirasi dari beberapa produk pertanian pascapanen pada suhu 5°C	48
Tabel 5.	Klasifikasi komoditas hortikultura berdasarkan laju produksi etilen	49
Tabel 6.	Jenis-jenis buah salak di Indonesia	52
Tabel 7.	Kandungan zat gizi tiap 100 gram buah salak dari bagian yang dapat dimakan	54
Tabel 8.	Kandungan gizi buah stroberi per 100 g berat buah	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Tanaman Kecombrang	1
Gambar 2.	(a) Bunga (b) Buah (c) Batang (d) Daun Kecombrang.....	2
Gambar 3.	<i>Coating</i>	7
Gambar 4.	(a) <i>edible coating</i> (b) <i>edible film</i>	8
Gambar 5.	<i>Edible coating</i> antimikroba konsentrat bunga kecombrang.....	9
Gambar 6.	Bentuk sediaan bubuk (a) dan ekstrak kecombrang (b).....	15
Gambar 7.	Diagram alir pembuatan konsentrat kecombrang	18
Gambar 8.	Diagram alir pembuatan <i>edible coating</i> antimikroba..	19
Gambar 9.	Contoh komoditas hortikultura	21
Gambar 10.	<i>Edible coating</i> dari kecombrang.....	22
Gambar 11.	(a) Cabai merah biasa, (b) Cabai merah keriting	25
Gambar 12.	Kerusakan cabai akibat mikrobiologi	33
Gambar 13.	Nilai rata-rata tekstur (kg/cm^2) cabai merah keriting pada perlakuan pengaruh interaksi ekstrak bagian kecombrang, metode pelapisan, dan lama penyimpanan. Keterangan : A1= ekstrak bunga kecombrang, A2= ekstrak buah kecombrang, M1= metode penyemprotan (<i>spraying</i>), M2= metode pencelupan (<i>dipping</i>), L0= 0 hari, L1= 3 hari, L2= 6 hari, L3= 9 hari, dan L4= 12 hari.....	35
Gambar 14.	Nilai rata-rata kadar air (%) cabai merah keriting pada perlakuan pengaruh interaksi metode pelapisan dan lama penyimpanan. Keterangan: M1= metode penyemprotan (<i>spraying</i>), M2= metode pencelupan (<i>dipping</i>), L0= 0 hari, L1= 3 hari, L2= 6 hari, L3= 9 hari, dan L4= 12 hari.....	37
Gambar 15.	Nilai rata-rata kadar abu (% bk) cabai merah keriting pada perlakuan lama penyimpanan.	39
Gambar 16.	Nilai rata-rata kadar total asam tertitrasi (% bk) cabai merah keriting pada perlakuan lama penyimpanan.	40
Gambar 17.	Nilai rata-rata <i>total plate count</i> cabai merah keriting pada perlakuan penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang.....	41

Gambar 18. Dokumentasi cabai merah keriting dengan lapisan <i>edible coating</i> kecombrang kontrol, 0 sampai 12 hari penyimpanan.	42
Gambar 19. <i>Spider Web Diagram</i> atribut sensori cabai merah keriting.	43
Gambar 20. Kurva laju respirasi antara buah klimaterik dan nonklimaterik.....	48
Gambar 21. Salak pondoh.....	51
Gambar 22. Kulit ari salak.....	55
Gambar 23. Nilai rata-rata kadar air salak pondoh pada perlakuan jenis lama simpan yang berbeda.....	57
Gambar 24. Nilai rata-rata gula reduksi salak pondoh pada perlakuan jenis lama simpan yang berbeda.	58
Gambar 25. Nilai rata-rata total asam salak pondoh pada perlakuan jenis lama simpan yang berbeda.	59
Gambar 26. Nilai rata-rata pH buah salak pondoh pada perlakuan jenis masa simpan yang berbeda.	60
Gambar 27. Nilai rata-rata aroma alkohol buah salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan.	61
Gambar 28. Nilai rata-rata tekstur buah salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan.....	63
Gambar 29. Nilai rata-rata rasa manis buah salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan.....	64
Gambar 30. Nilai rata-rata kesukaan buah salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan.....	65
Gambar 31. Buah stroberi.....	66
Gambar 32. Kerusakan pada buah stroberi.....	70
Gambar 33. Nilai rata-rata kadar air (%) buah stroberi pada perlakuan pengaruh lama penyimpanan.	71
Gambar 34. Nilai rata-rata kadar air (%) buah stroberi pada perlakuan pengaruh ekstrak bagian tanaman kecombrang.	72
Gambar 35. Nilai rata-rata kadar air (%) buah stroberi pada perlakuan pengaruh interaksi lama penyimpanan dan ekstrak bagian tanaman kecombrang.....	73
Gambar 36. Nilai rata-rata kadar abu (%) buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan.	74
Gambar 37. Nilai rata-rata kadar abu (%) buah stroberi pada perlakuan penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang.	75
Gambar 38. Nilai rata-rata kadar abu (%) buah stroberi pada perlakuan interaksi lama penyimpanan dan ekstrak bagian tanaman kecombrang.	75

Gambar 39. Nilai rata-rata pH buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan.....	76
Gambar 40. Nilai rata-rata kadar total asam (%) buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan.....	77
Gambar 41. Nilai rata-rata kadar total asam (%) buah stroberi pada perlakuan <i>edible coating</i> menggunakan ekstrak bagian tanaman kecombrang.	78
Gambar 42. Nilai rata-rata kadar total asam (%) buah stroberi pada perlakuan interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dengan metode <i>coating</i>	79
Gambar 43. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan.....	80
Gambar 44. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan metode <i>coating</i>	81
Gambar 45. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang.....	82
Gambar 46. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dengan metode <i>coating</i>	82
Gambar 47. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dengan lama penyimpanan.....	83
Gambar 48. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang, metode <i>coating</i> dan lama penyimpanan.....	84
Gambar 49. Nilai rata-rata <i>total plate count</i> buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan.	85
Gambar 50. Nilai rata-rata <i>total plate count</i> buah stroberi pada perlakuan penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang.....	86
Gambar 51. Nilai rata-rata <i>total plate count</i> buah stroberi pada perlakuan interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dan lama penyimpanan.....	86
Gambar 52. <i>Spider Web Diagram</i> atribut sensori buah stroberi.....	87

BAB 1

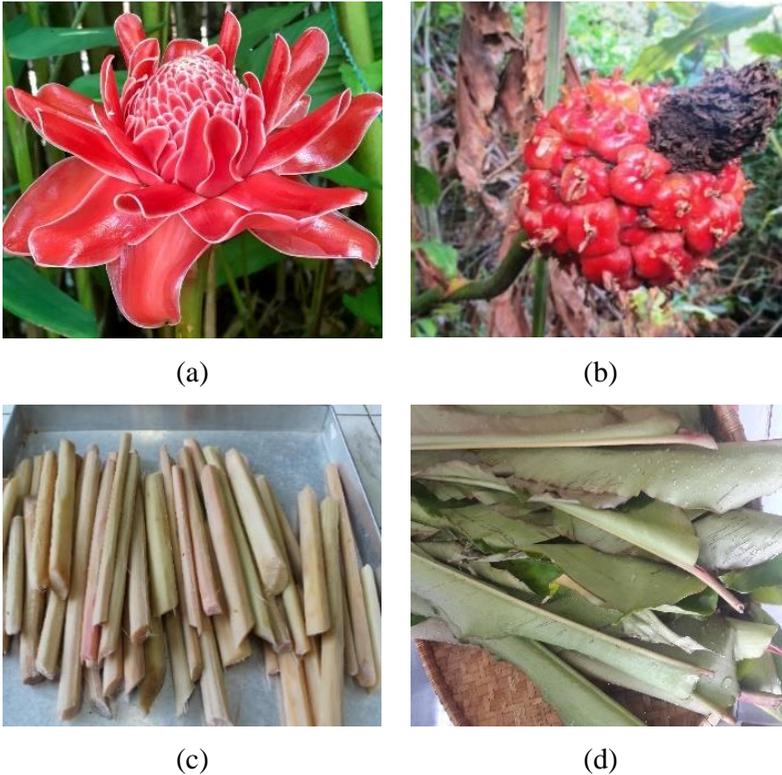
PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kecombrang termasuk famili *Zingiberaceae* yang telah lama digunakan oleh masyarakat di daerah-daerah tertentu sebagai pemberi cita rasa makanan. Pemilihan kecombrang sebagai sumber pengawet alami berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan di Kabupaten Banyumas. Survei menunjukkan masyarakat menggunakan bunga, buah dan batang kecombrang sebagai rempah-rempah yang dapat memberi cita rasa pada masakan, seperti urap, pecel, sedangkan batangnya sebagai pemberi cita rasa pada masakan daging. Tanaman Kecombrang dapat dilihat pada gambar 1. Adapun bunga, buah, batang dan daun kecombrang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Tanaman Kecombrang



Gambar 2. (a) Bunga (b) Buah (c) Batang (d) Daun Kecombrang
 Sumber: koleksi pribadi (2018)

Serangkaian penelitian oleh Naufalin *et al.*, (2005) melalui penelitian Hibah Bersaing menunjukkan bahwa ekstraksi bubuk kecombrang menghasilkan ekstrak yang berpotensi sebagai antimikroba. Hasil penelitian Hibah Bersaing lanjutan menunjukkan bahwa ekstrak bunga kecombrang memiliki stabilitas ekstrak terhadap proses pengolahan yaitu pH 4-9, NaCl (0-5%), pemanasan dan model pangan (Naufalin *et al.*, 2007). Melalui penelitian UBER Haki (Naufalin *et al.*, 2006) minyak atsiri bunga kecombrang telah didaftarkan paten dengan nomor ID **Paten P000035861**. Melalui penelitian Hibah Kompetensi (Naufalin *et al.*, 2013-2014) telah diperoleh formula kecombrang sebagai antioksidan yang telah didaftarkan patennya dengan nomor **Paten P00201000087** tentang Ekstrak Bunga Kecombrang (*Nicolaia speciosa*) sebagai Antioksidan Alami.

Senyawa aktif yang bersifat antimikroba dan antioksidan dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pelapis aktif (*active coating*) yang banyak dikembangkan akhir-akhir ini. Istilah pengemas aktif

mengacu pada penambahan bahan tambahan tertentu ke dalam lapisan pengemas atau dalam wadah pengemas dengan tujuan untuk menjaga dan memperpanjang umur simpan berbagai produk pangan. Bahan-bahan tambahan tersebut dapat bersifat sebagai penangkap oksigen, penangkap karbon dioksida, pelepas etanol, penyerap kelembaban, penyerap bau, atau pelepas bahan pengawet, misalnya antioksidan dan antimikrobia (Naufalin *et al.*, 2018). Antioksidan yang ditambahkan pada coating aktif berfungsi untuk melindungi produk dari ketengikan oksidatif, degradasi dan diskolorasi, sedangkan antimikroba berfungsi untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba perusak pangan atau pun mikroba patogen yang ada pada pangan yang dikemas.

Permasalahan

Permasalahannya, para pelaku usaha umumnya memilih zat pengawet kimia yang dilarang untuk produk pangan, di antaranya pemakaian formalin. Setelah diketahui bahwa residu pengawet kimia berbahaya dapat terakumulasi di dalam tubuh dan berisiko menimbulkan berbagai penyakit, penggunaannya tetap dianggap sebagai solusi paling praktis. Oleh karena itu, antimikroba dan antioksidan alami dari kecombrang perlu diproduksi dan dikomersialisasikan sebagai coating antimikroba yang aman dan ramah lingkungan serta sebagai alternatif untuk diterapkan pada komoditas pangan yang aman bagi konsumen.

Pemanfaatan ekstrak kecombrang dalam bentuk formula coating antimikroba ramah lingkungan pada produk pangan segar dan olahan, dapat membuka peluang dihasilkannya *coating* yang aman dan ramah lingkungan. Hasil tersebut dapat mendukung upaya peningkatan pemanfaatan kecombrang sehingga kecombrang memiliki arti penting pada era pasar global. Hal itu disebabkan selain berfungsi sebagai bahan obat, pemberi cita rasa pada produk pangan, kecombrang juga berfungsi sebagai *coating* produk pangan.

Produksi *coating* aktif dengan penambahan pengawet alami kecombrang sangat berpotensi untuk dikomersialkan. Mengingat begitu potensialnya *coating* aktif berpengawet alami sebagai bahan pelindung pada komoditas pertanian, peternakan, dan perikanan yang mudah rusak (*very perishable*), maka hal ini harus mendapat perhatian khusus. Oleh sebab itu perlu dikembangkan suatu strategi untuk meng-*cover* berbagai permasalahan produksi berskala usaha sehingga usaha ini dapat terangkat ke permukaan menjadi suatu usaha yang kuat dan berkembang pada masa-masa mendatang. Strategi pengembangan ini meliputi kaji terap pada skala laboratorium menuju skala industri, kaji terap teknologi dan evaluasi skala industri, serta pengembangan produk skala industri.

Produk yang dihasilkan berupa *coating* berpengawet alami pada produk pangan. Berbeda halnya dengan yang sudah beredar, beberapa buah, sayur atau daging ayam dicelup dengan formalin untuk melindungi produk dan mencegah kerusakan produk. Dengan demikian, kemungkinan memiliki peluang menggantikan bahan berbahaya dan akan diminati oleh masyarakat dan memiliki daya tarik konsumen, sehingga pemasaran produknya akan lebih besar dan meluas ke seluruh pelosok wilayah di Indonesia.

Permasalahan dalam produksi *coating* antimikroba kecombrang adalah bagaimana teknologi standar *coating* pengawet alami berbahan dasar kecombrang skala industri sehingga dapat diaplikasikan pada produk pangan; menganalisis secara teknis dan ekonomis produk; menerapkan sistem penjaminan mutu produk; sehingga menghasilkan produk *coating* berpengawet alami kecombrang yang dapat melindungi komoditas pertanian, peternakan dan perikanan dari kerusakan dalam rangka menopang ketahanan dan keamanan pangan.

Metode Pemecahan Masalah

Permasalahan yang timbul dalam produksi *coating* antimikroba kecombrang dapat dipecahkan dengan melakukan penelitian skala laboratorium terlebih dahulu menggunakan metode yang tepat dan akurat serta dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah sebagai dasar dalam pembuatan *prototype* yang siap *scale up* skala industri. Hasil analisa *prototype* skala laboratorium akan menghasilkan jenis prototipe yang berkualitas unggul dan mampu terstandarisasi secara proses, sehingga dalam penerapannya sistem penjaminan mutu produk dapat terealisasikan dan menghasilkan produk yang berkualitas. Kemudian hasil penelitian yang diperoleh digunakan sebagai dasar informasi ilmiah dan sebagai salah satu parameter di tingkat keberhasilan produk untuk melindungi komoditas pertanian, peternakan dan perikanan dari kerusakan pascapanen. Setelah dibuktikan secara ilmiah dalam skala laboratorium yang mampu terstandarisasi secara proses, produk mampu diproduksi dalam skala industri untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Temuan/Kebaharuan

Kebaharuan dalam penelitian ini adalah dihasilkan produk *edible coating* atau bahan pelapis yang bersumber dari bahan alami dan ditambahkan bahan aktif yang bersumber dari bahan alami pula, sehingga tidak menimbulkan risiko bahaya terhadap kesehatan ketika dikonsumsi. Umumnya produk yang digunakan sebagai bahan pelapis pada buah dan sayur menggunakan *wax* atau lilin yang bersumber dari lebah. Namun,

lapisan tersebut harus dihilangkan atau dicuci bersih sebelum bahan yang diaplikasikan *wax* tersebut dikonsumsi. Hal ini dikarenakan bahan tersebut tidak aman apabila dikonsumsi. Oleh karena itu, *coating* antimikroba berbahan aktif dari tanaman kecombrang diharapkan menjadi solusi aplikasi bahan pelapis yang aman namun tetap menjaga mutu produk dari kerusakan pascapanen.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan penulisan buku ini adalah memberikan informasi bagaimana menerapkan teknologi standar coating pengawet alami berbahan dasar kecombrang skala industri sehingga dapat diaplikasikan pada produk pangan; menganalisis secara teknis dan ekonomis produk; dan menerapkan sistem penjaminan mutu produk.

Manfaat penulisan buku ini yaitu memberikan informasi tentang pengawet alami kecombrang sebagai Bahan Tambahan Pangan (BTP), dapat memberikan informasi tentang alternatif peningkatan nilai dan daya guna tanaman kecombrang menjadi produk bernilai ekonomis tinggi. Selain itu, dapat menjadi peluang usaha bagi petani kecombrang dan masyarakat untuk membuka lapangan pekerjaan. Kemudian melalui prototipe produk pengawet alami, dapat menjadi *pilot plan* yang dapat diteliti dan diimplementasikan sebagai pengawet alami di Industri pangan.

BAB 2

COATING

Coating dapat didefinisikan sebagai kemasan alami yang ramah lingkungan. Saat ini peran *coating* maupun *edible coating* mulai banyak digunakan untuk pelapis produk buah, sayur, olahan daging, seperti sosis, bakso, olahan ikan, dan beberapa olahan lain sebagai lapisan pelindung. *Coating* memberikan penahan yang selektif terhadap perpindahan gas, uap air dan bahan terlarut, serta perlindungan terhadap kerusakan mekanis (Santoso, 2004). Selain itu, semakin majunya bidang kajian ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menciptakan kemasan yang ramah lingkungan, membuat *coating* menjadi salah satu solusi dan tren masa kini sebagai kemasan yang *biodegradable* (mudah diurai).

Definisi

Pengemasan dengan *coating* atau *edible coating/film* merupakan salah satu teknik pengawetan pangan yang relatif baru. Penelitian tentang pelapisan produk pangan dengan *coating* atau *edible coating/film* telah banyak dilakukan dan terbukti dapat memperpanjang masa simpan dan memperbaiki kualitas produk pangan (Winarti *et al.*, 2012). *Coating* atau *edible coating/film* merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan mutu dari buah-buahan pada suhu ruang. Teknologi tersebut dapat meminimalkan kerusakan dan memperpanjang umur simpan produk pangan karena berperan sebagai *barrier* yang dapat menjaga kelembapan, bersifat selektif permeabel terhadap oksigen dan karbondioksida, serta dapat mengontrol migrasi komponen larut air yang dapat menyebabkan perubahan komposisi nutrisi.

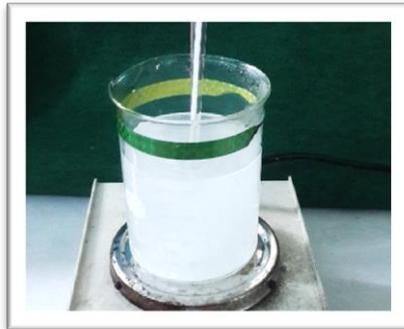
Coating atau *edible coating/film* adalah lapisan tipis yang memiliki tujuan memberikan pertahanan yang selektif terhadap perpindahan massa. Lapisan tersebut akan bersifat sebagai pelindung pada bahan pangan karena berperan sebagai *barrier* yang menjaga kelembapan, bersifat selektif permeabel terhadap gas oksigen dan karbondioksida, serta dapat mengontrol migrasi komponen-komponen larut air yang dapat menyebabkan perubahan komposisi nutrisi (Krochta *et al.*, 1994).

Jenis

Jenis dari *coating* dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu *coating*, *edible coating* atau *edible film*, dan *coating* antimikroba atau *edible coating/film* antimikroba. Perbedaan dari jenis *coating* tersebut didasarkan pada bentuk sediaanannya, bahan penyusun, dan bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan *coating* atau *edible coating*.

1. *Coating*

Coating merupakan lapisan tipis yang menyelimuti permukaan suatu bahan, sehingga bentuknya menyesuaikan dengan permukaan bahan yang diaplikasikan. Penyebutan *coating* disebabkan dari bahan penyusun atau bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatannya. Apabila beberapa bahan penyusun yang digunakan dalam pembuatannya merupakan bahan sintetis atau kimia, hal tersebut disebut *coating*. *Coating* dapat dilihat pada Gambar 3.

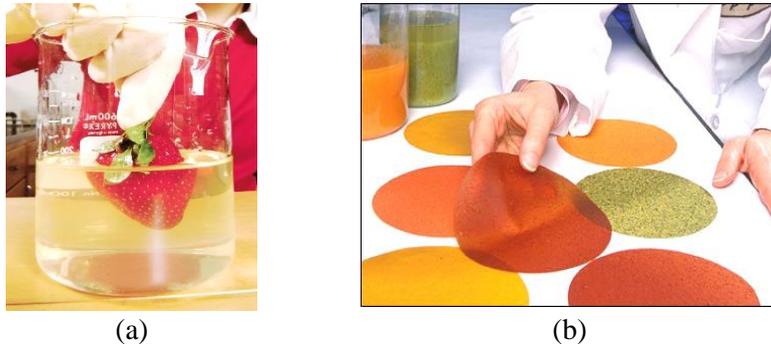


Gambar 3. *Coating*
Sumber: koleksi pribadi (2018)

2. *Edible coating/film*

Edible memiliki arti dapat dikonsumsi. Oleh karena itu, *edible coating* merupakan lapisan tipis yang menyelimuti permukaan suatu bahan namun tidak berbahaya apabila dikonsumsi atau terkonsumsi. Penyebutan *edible* dikarenakan dalam pembuatannya, bahan baku yang digunakan berasal dari bahan-bahan alami ataupun bahan yang termasuk golongan *food grade*, sehingga aman bila dikonsumsi ataupun terkonsumsi. Perbedaan antara *edible coating* dan *edible film* terletak pada bentuk pengaplikasiannya pada suatu produk. *Edible coating* diaplikasikan secara langsung pada permukaan bahan pangan,

sehingga bentuknya akan mengikuti bentuk permukaan bahan yang diaplikasikan. Sementara itu, *edible film* berupa lapisan tipis yang diaplikasikan setelah dicetak dalam bentuk lembaran dan dikeringkan, sehingga membentuk lembaran-lembaran tipis (Guilbert *et al.*, 1996). *Edible coating* dan *edible film* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. (a) *edible coating* (b) *edible film*
Sumber: google.com

3. *Coating antimikroba atau edible coating/film antimikroba*

Coating atau edible coating antimikroba yang diperkaya dengan bahan alami yang memiliki senyawa antioksidan dan antimikroba dapat meningkatkan kemampuan *edible coating* untuk memperpanjang daya simpan produk pangan. Penambahan bahan pengawet alami maupun sintetis bertujuan menghentikan, menghambat, mengurangi atau memperlambat pertumbuhan mikroorganisme patogen pada makanan dan bahan kemasan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *edible coating/film* dapat berfungsi sebagai pembawa (*carrier*) aditif makanan, seperti bersifat sebagai agen antipencoklatan dan antimikroba (Winarti *et al.* 2012). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible coating* ekstrak daun jati dapat menghambat kerusakan mikrobiologis dan oksidatif pada sosis (Pahlevi, 2011). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa *edible coating* dengan penambahan ekstrak teh hijau dapat menurunkan tingkat oksidasi lipid pada sosis (Shokraneh *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Naufalin *et al.* (2018), *edible coating* dengan penambahan konsentrat bunga, buah, batang, dan daun kecombrang juga dapat bersifat sebagai senyawa antimikroba dan antioksidan. *Edible coating* antimikroba konsentrat bunga kecombrang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Edible coating* antimikroba konsentrat bunga kecombrang
Sumber: koleksi pribadi (2018)

Komponen Penyusun

Komponen utama dari *edible coating* ada 3 golongan yaitu protein, karbohidrat, dan lipid. Lipid dapat digunakan untuk mengurangi transmisi air karena bersifat hidrofobik. Polisakarida berfungsi mengontrol oksigen dan transmisi gas. Polisakarida juga baik dalam mempertahankan stabilitas struktur, sedangkan protein mampu meningkatkan stabilitas mekanik dan fisik produk karena kemampuan interaksi molekulernya (Embuscado dan Huber, 2009). Jenis protein yang dapat digunakan, antara lain gelatin, kasein, protein kedelai, protein jagung, dan gluten gandum. Karbohidrat, antara lain pati, alginat, pektin, CMC, dan modifikasi karbohidrat lainnya, serta senyawa lipida, yaitu lilin, gliserol, dan asam lemak (Krochta *et al.*, 1994).

Dalam pembuatan *edible coating* antimikroba dengan penambahan konsentrat bunga, buah, batang, atau daun kecombrang menggunakan bahan CMC dan gliserol sebagai bahan dasar pembuatan *edible coating*-nya.

1. CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*)

CMC adalah salah satu bahan tambahan makanan berupa bahan penstabil yang berfungsi sebagai bahan pengikat air dan pembentuk gel. CMC dapat ditambahkan pada produk-produk makanan. Secara umum level penggunaan CMC adalah kurang lebih 1%. Penggunaan CMC berguna untuk meningkatkan kekentalan pada bahan. Pada penggunaan yang berlebihan akan menimbulkan efek bahan akan menjadi kasar atau bergumpal (Imeson, 1992).

Tekstur dan konsistensi suatu bahan akan mempengaruhi cita rasa yang ditimbulkan oleh bahan tersebut. Perubahan tekstur

atau viskositas bahan dapat mengubah rasa dan bau yang ditimbulkan karena dapat mempengaruhi kecepatan timbulnya rangsangan terhadap sel reseptor. Makin kental suatu bahan, penerimaan terhadap intensitas rasa, bau, dan cita rasa makin berkurang. Penambahan zat pengental seperti CMC untuk menghasilkan produk pangan olahan yang dapat menimbulkan rangsangan positif sering dilakukan karena dapat mengurangi rasa pahit dan meningkatkan rasa asin NaCl sehingga dapat menutupi karakteristik bahan baku untuk menghasilkan hasil produk olahan tersebut (Winarno, 2004).

2. *Gliserol*

Gliserol memiliki sifat mudah larut dalam air, meningkatkan viskositas larutan, megikat air, dan menurunkan *water activity*. Gliserol dapat meningkatkan sorpsi molekul polar seperti air. Peran gliserol sebagai *plasticizer* dan konsentrasinya meningkatkan fleksibilitas film. Gliserol aktif digunakan sebagai *plasticizer* pada film hidrofilik, seperti pektin, pati gelatin, dan modifikasi pati, maupun pembuatan *edible film* maupun *coating* berbasis protein. Gliserol sebagai *plasticizer* adalah substansi nonvolatil, memiliki titik didih tinggi, dan jika ditambahkan ke dalam materi lain dapat mengubah sifat fisik dan mekanik materi tersebut (Bertuzzi *et al.*, 2007).

Teknik Aplikasi

Menurut Krochta *et al.* (1994), ada empat teknik aplikasi pelapisan *edible coating* yang dapat dilakukan pada produk pangan, yaitu:

1. Pencelupan (*dipping*)
Teknik ini biasanya digunakan pada produk yang memiliki permukaan yang kurang rata. Kekurangan metode ini yaitu kelebihan bahan pencelupan akan dibiarkan terbuang. Produk yang telah dicelupkan dibiarkan dingin sampai *edible coating* menempel. Teknik ini telah diaplikasikan produk daging, ikan, produk ternak, buah dan sayuran.
2. Penyemprotan (*spraying*)
Teknik ini dapat menghasilkan produk *coating* dengan lapisan yang lebih tipis dan lebih seragam daripada teknik pencelupan. Pengaplikasian teknik penyemprotan sering digunakan dalam skala besar misalnya pada buah impor. Teknik penyemprotan ini dapat digunakan untuk produk yang memiliki dua sisi permukaan, misalnya piza.

3. Pembungkusan (*casting*)

Teknik ini digunakan untuk membuat lapisan film yang terpisah dari produk (*edible film*). Apapun bahan yang digunakan dalam teknik ini bersifat tidak mudah rusak, gelap, dan dapat menjaga kelembapan dalam pembungkusan.

4. Pengolesan (*brushing*)

Teknik dilakukan dengan mengoles bahan *edible coating* pada produk yang biasanya menggunakan kuas.

Miskiyah *et al.* (2011) menyatakan bahwa metode pencelupan (*dipping*) merupakan metode yang efektif dan paling banyak digunakan terutama pada sayuran, buah, daging dan produk daging lainnya, dimana produk tersebut dicelupkan ke dalam larutan yang digunakan sebagai bahan *coating*.

Manfaat

Edible film maupun *coating* banyak digunakan untuk pelapis produk daging beku, makanan semi basah (*intermediate moisture food*), ayam beku, produk hasil laut, sosis, buah-buahan, dan obat-obatan terutama untuk pelapis kapsul. Manfaat dari *edible coating* dapat berperan sebagai *barrier* yang menjaga kelembapan, bersifat selektif permeabel terhadap gas oksigen dan karbondioksida, serta dapat mengontrol migrasi komponen-komponen larut air yang dapat menyebabkan perubahan komposisi nutrisi (Krochta *et al.*, 1994). Beberapa keuntungan yang didapat apabila produk dikemas dengan *edible coating*, yaitu 1) dapat menurunkan aw permukaan bahan sehingga kerusakan oleh mikroorganisme dapat dihindari, 2) dapat memperbaiki struktur permukaan bahan sehingga permukaan menjadi mengilat, 3) dapat mengurangi terjadinya dehidrasi sehingga susut bobot dapat dicegah, 4) dapat mengurangi kontak oksigen dengan bahan sehingga oksidasi dapat dihindari dengan demikian ketengikan dapat dihambat, 5) sifat asli produk seperti *flavor* tidak mengalami perubahan, 6) dapat memperbaiki penampilan produk (Santoso *et al.*, 2004).

BAB 3

EDIBLE COATING ANTIMIKROBA

Edible coating antimikroba merupakan suatu lapisan tipis yang dibuat dengan bahan alami dan mengandung senyawa bioaktif yang dapat berfungsi sebagai zat antimikroba dan sebagai lapisan pelindung. *Edible coating* antimikroba dapat digunakan untuk mengawetkan produk *frozen food* seperti sosis, bakso, makanan semibasah (*intermediate moisture food*), daging beku, ayam beku, produk hasil laut, buah-buahan, sayur-sayuran dan obat-obatan terutama untuk pelapis kapsul. Menurut Winarti *et al.* (2012), pelapisan produk pangan dengan *edible coating* telah banyak dilakukan dan terbukti dapat memperpanjang masa simpan dan memperbaiki kualitas produk. Penggunaan *edible coating* antimikroba sebagai bahan penyalut produk diharapkan mampu mengurangi penggunaan pengawet sintetis dan dapat menjaga mutu produk dari kerusakan, serta dapat memperpanjang umur simpan produk.

Antimikroba

Senyawa antimikroba adalah senyawa biologis atau kimia yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroba. Beberapa grup senyawa kimia utama yang bersifat antimikrobal adalah fenol dan senyawa fenolik, alkohol, halogen, logam berat, dan senyawanya, zat warna, deterjen, senyawa amonium kuartener, asam dan basa dan gas khemosterilen (Fardiaz, 1988). Berdasarkan mekanisme kerjanya, antibakteri dibedakan menjadi bakterisidal dan bakteriostatik. Antibakteri bakteriostatik adalah zat yang bekerja menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan antibakteri bakterisida adalah zat yang bekerja mematikan bakteri. Aktivitas senyawa antibakteri ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar *paper disc* (Wiyanto, 2010).

Mekanisme penghambatan pertumbuhan mikroba oleh senyawa antimikroba antara lain: (1) perusakan dinding sel sehingga mengakibatkan lisis atau menghambat pembentukan dinding sel pada sel yang sedang tumbuh, (2) mengubah permeabilitas membran sitoplasma yang menyebabkan kebocoran nutrisi di dalam sel, (3) denaturasi protein sel, (4) perusakan sistem metabolisme dalam sel dengan cara menghambat kerja enzim intraseluler (Fardiaz, 1988).

Bahan Antimikroba

Jenis bahan antimikroba yang dapat ditambahkan ke dalam matriks *edible coating/film* antara lain adalah minyak atsiri, rempah-rempah dalam bentuk bubuk atau oleoresin, kitosan, dan bakteriosin seperti nisin. Bahan antimikroba dari senyawa kimia antara lain adalah asam organik seperti asam laktat, asam asetat, malat, dan sitrat, serta enzim laktoperoksidase yang merupakan antimikroba alami yang terdapat dalam susu dan saliva dari mamalia (Campos *et al.*, 2011). Pengawet alami dapat diperoleh dari bahan-bahan organik yang berpotensi sebagai zat antimikroba.

Salah satu sumber senyawa antimikroba alami berasal dari tanaman. Senyawa antimikroba yang terkandung dalam berbagai jenis ekstrak tanaman diketahui dapat menghambat beberapa mikroba patogen maupun perusak pangan. Senyawa antimikroba tersebut dapat berasal dari bagian tanaman, seperti bunga, biji, buah, rimpang, batang, daun dan umbi. Senyawa antimikroba yang berasal dari tanaman, sebagian besar diketahui merupakan metabolit sekunder tanaman, terutama dari golongan fenolik dan terpena dalam minyak atsiri. Sebagian besar senyawa fenolik terutama kumarin, flavonoid, dan minyak esensial yang ditemukan di dalam tanaman obat, tanaman jamu, dan rempah-rempah, memiliki fungsi sebagai antimikroba. Minyak atsiri timol dari *thyme* dan oregano, aldehid sinamat dari kayu manis dan eugenol dari cengkeh merupakan antimikroba dengan spektrum luas.

Hasil penelitian yang telah dilakukan Naufalin *et al.* (2009), menunjukkan bahwa bagian dari tanaman kecombrang, seperti batang dan daun mengandung komponen bioaktif seperti alkaloid, saponin, fenolik, flavonoid, triterpenoid, steroid, dan glikosida. Penelitian tentang kecombrang telah banyak dilakukan, salah satu hasil penelitian menunjukkan bahwa kecombrang dapat berfungsi sebagai antimikroba, di antaranya dapat menghambat mikroba patogen seperti *B. cereus*, *E. coli*, *Botytris*, dan *Saccharomyces* sp. (Naufalin dan Herastuti, 2012).

Edible coating dengan penambahan konsentrat bunga, buah, batang, atau daun kecombrang akan memiliki senyawa bioaktif yang berperan sebagai antimikroba pada produk yang diaplikasikan. Kecombrang (*Nicolaia speciosa*) dapat digunakan sebagai bahan pengawet makanan karena mengandung berbagai senyawa bioaktif. Menurut Tampubolon *et al.* (1983), senyawa kimia bunga, buah, batang, dan daun kecombrang, antara lain alkaloid, flavonoid, polifenol, steroid, saponin, dan minyak atsiri dengan komposisi yang berbeda-beda. Fenol merupakan zat yang berpengaruh terhadap penghambatan bakteri, sehingga ekstrak tanaman kecombrang dapat bersifat sebagai senyawa

antimikroba dan antioksidan. Hasil uji fitokimia bagian tanaman kecombrang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji fitokimia bagian tanaman kecombrang

Jenis Pengujian	Bagian Tanaman Kecombang			
	Bunga	Batang	Rimpang	Daun
Alkaloid	+++	++++	++++	++++
Saponin	-	+	++	++
Tanin	-	-	-	++++
Fenolik	+	+	+	+
Flavonoid	+	++++	+++	+++
Triterpenoid	+++	++	+++	+++
Steroid	++	+	-	++
Glikosida	+	++++	++++	++++

Keterangan:
 - = negatif
 + = positif lemah
 ++ = positif
 +++ = positif kuat
 ++++ = positif sangat kuat

Sumber: Naufalin *et al.* (2009)

Chan *et al.* (2007), menyatakan, bagian tumbuhan yang memiliki kandungan antioksidan terbanyak dari tanaman kecombrang adalah bagian daun. Kecombang juga mengandung senyawa fenol, flavonoid, terpenoid, steroid, saponin, dan minyak esensial. Senyawa tersebut berperan aktif sebagai agens antimikroba dan dapat diekstrak menggunakan pelarut. Jumlah kadar dari tiap senyawa mungkin berbeda dari tiap bagian tumbuhan kecombrang. Bentuk sediaan bubuk dan ekstrak kecombrang dapat dilihat pada Gambar 6.



(a)



(b)

Gambar 6. Bentuk sediaan bubuk (a) dan ekstrak kecombrang (b)

Sumber: koleksi pribadi (2018)

Oleh karena itu, diharapkan aplikasi *edible coating* antimikroba mampu menghambat dan mengurangi pertumbuhan mikroba pembusuk dan perusak, sehingga dapat meningkatkan umur simpan produk yang diaplikasikan serta nilai gizinya dan dapat diterima dengan baik secara fisik maupun sensorisnya oleh konsumen.

Keuntungan

Edible coating/film yang bersifat antimikroba berpotensi dapat mencegah kontaminasi patogen pada berbagai bahan pangan yang memiliki jaringan (daging, buah-buahan, sayuran). Kombinasi antimikroba dengan pengemas film untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba pada makanan dapat memperpanjang masa simpan dan memperbaiki mutu pangan (Quintavalla dan Vicini 2002). Selain itu, Hal tersebut dapat menghentikan, menghambat, dan mengurangi atau memperlambat pertumbuhan mikroorganisme patogen pada makanan dan bahan kemasan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *edible coating/film* dapat berfungsi sebagai pembawa (*carrier*) aditif makanan, seperti bersifat sebagai agens antipencoklatan, antimikroba, pewarna, pemberi *flavor*, nutrisi, dan bumbu (Pranoto *et al.*, 2005).

Keuntungan lain dari penambahan bahan aktif antimikroba ke dalam *edible coating* adalah meningkatkan daya simpan. Selain itu, sifat penghalang yang berasal dari lapisan film yang diperkuat dengan komponen aktif antimikroba dapat menghambat bakteri pembusuk dan mengurangi risiko kesehatan. Penggunaan bahan antimikroba dari bahan alami juga lebih aman dibanding bahan antimikroba sintetis. Bahan antimikroba yang digunakan pada makanan seperti asam-asam organik, bakteriosin, enzim, alkohol, dan asam lemak serta ekstrak rempah atau minyak atsiri, seperti minyak kayu manis, daun serai, cengkih, dan bawang putih telah diteliti aktivitas antibakterinya (Winarti *et al.*, 2012).

Cara Pembuatan

Beberapa cara dalam pembuatan *edible coating* antimikroba tergantung pada komponen bahan penyusun yang digunakan. Namun dalam prinsipnya, pembuatan larutan *edible coating* dilakukan dengan memanaskan campuran bahan penyusun dengan penambahan pelarut, sehingga membentuk larutan yang viskos, mengalir, jernih dan transparan. Setelah larutan *edible coating* diperoleh, baru ditambahkan atau dicampurkan dengan bahan antimikrobanya. Penambahan bahan antimikroba yang dilakukan tidak secara langsung ditambahkan pada saat pembuatan larutan *edible coating*, namun ditambahkan setelah larutan *edible coating* sudah selesai dibuat dan memiliki suhu sekitar $\pm 50^{\circ}\text{C}$ -

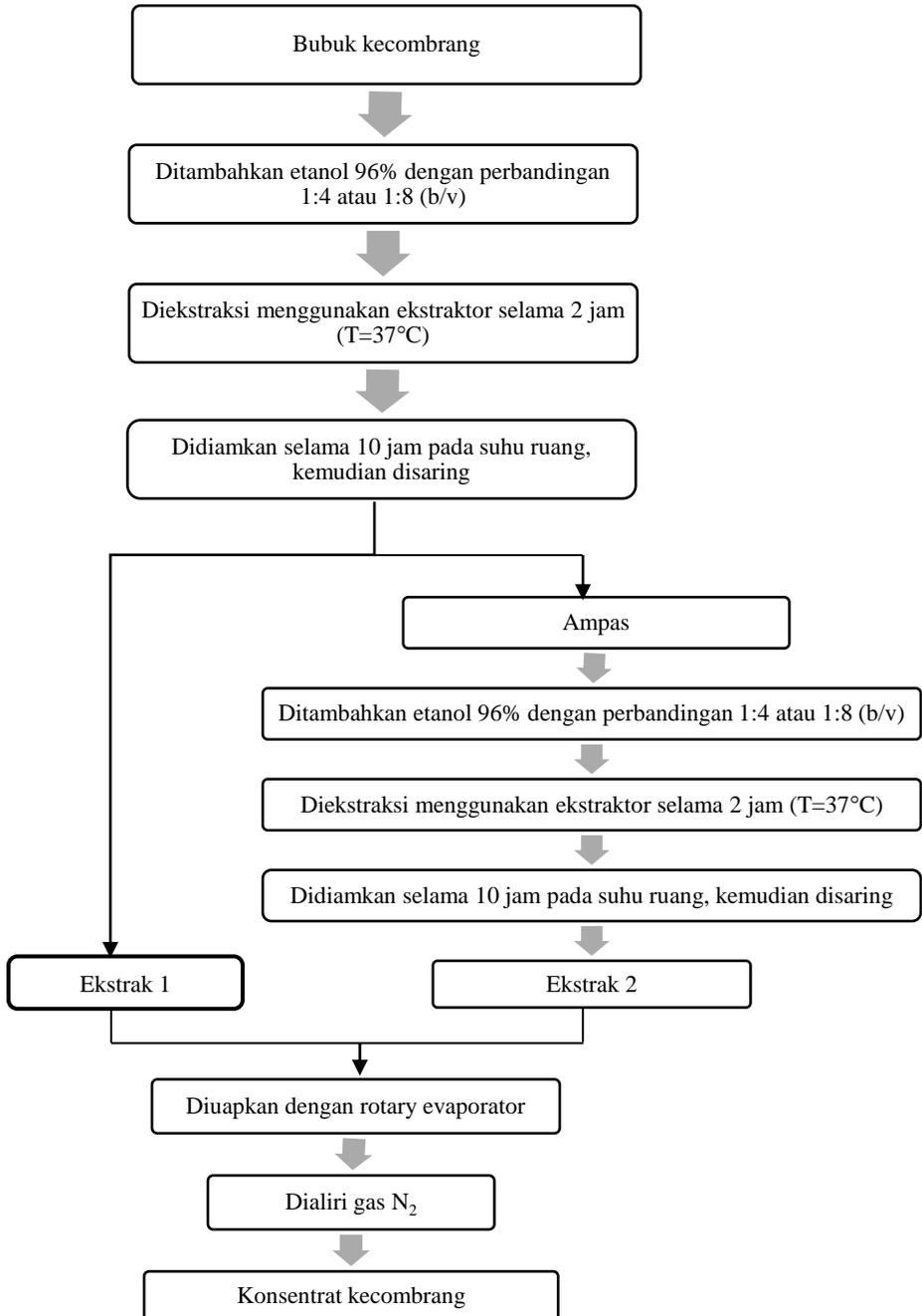
60°C. Cara tersebut dilakukan untuk mencegah kerusakan senyawa aktif yang terkandung dalam bahan antimikroba, karena seperti yang diketahui bahan antimikroba sensitif terhadap suhu tinggi. Dalam hal ini, bahan antimikroba yang ditambahkan dalam pembuatan *edible coating* antimikroba adalah konsentrat bunga, buah, batang, atau daun kecombrang.

1. Pembuatan Bahan Antimikroba (Konsentrat Kecombrang)

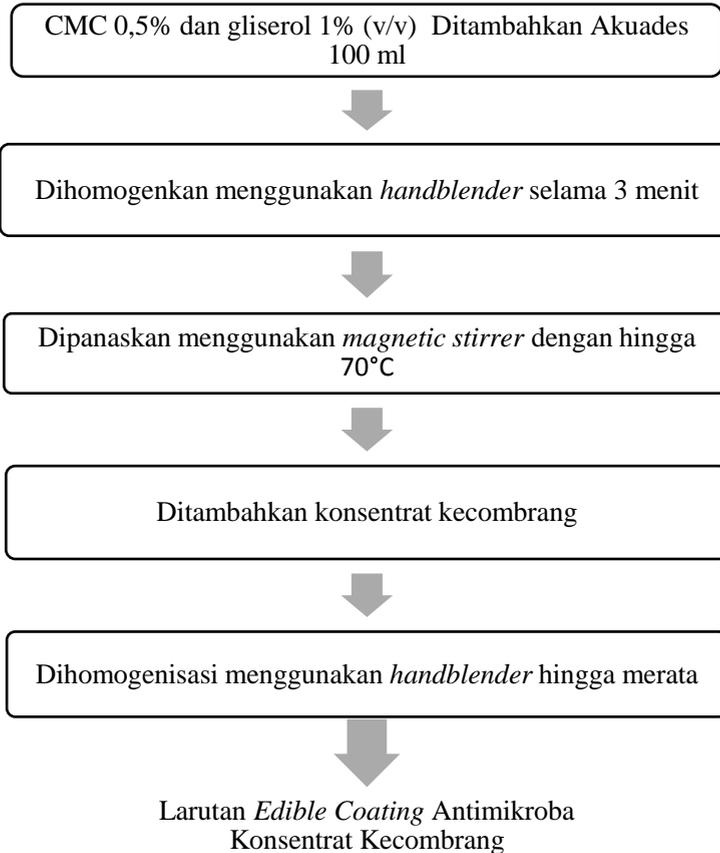
Konsentran diperoleh dari ekstraksi bubuk batang dan daun kecombrang yang dilakukan dengan metode maserasi, bubuk batang kecombrang diekstrak dengan etanol teknis 96% (1:8 b/v) sedangkan bubuk bunga, buah, dan daun kecombrang diekstrak dengan etanol teknis 96% (1:4 b/v). Residunya diekstrak kembali dengan etanol teknis 96% (1:8 b/v) dan (1:4 b/v). Proses ekstraksi dilakukan maserasi pada suhu 37°C dengan kecepatan rotasi 150 rpm selama 2-4 jam pada setiap tingkat. Setelah itu, dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas cakram whatman No. 1 hingga diperoleh filtratnya (ekstrak). Ekstrak tersebut dipisahkan dari pelarut dengan cara penguapan dalam *rotary evaporator*. Pelarut diuapkan pada suhu maksimal 50°C dan sisa pelarut dihilangkan dengan gas nitrogen. Konsentrat yang diperoleh digunakan sebagai bahan untuk ditambahkan pada pembuatan *edible coating* antimikroba (Naufalin *et al.*, 2013). Diagram alir pembuatan konsentrat kecombrang dapat dilihat pada Gambar 7.

2. Pembuatan *Edible Coating* Antimikroba

Proses pembuatan *edible coating* antimikroba menggunakan akuades sebagai pelarut, 100 ml akuades ditambahkan bahan penstabil CMC dengan konsentrasi 0,5% lalu ditambahkan gliserol 1% lalu dihomogenisasi dengan menggunakan *hand blender* selama ± 1 menit. Selanjutnya larutan *edible coating* dipindahkan ke dalam gelas beaker untuk dipanaskan di atas *magnetic stirrer hot plate* sampai suhunya mencapai 70°C. Setelah itu, *edible coating* ditambahkan bahan antimikroba (konsentrat kecombrang) sesuai perlakuan pada suhu sekitar $\pm 50^\circ\text{C}$ -60°C dan dihomogenisasi kembali menggunakan *hand blender* selama ± 2 menit (Raesi, 2014). Diagram alir pembuatan *edible coating* antimikroba dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Diagram alir pembuatan konsentrat kecombrang
 Sumber: Naufalin *et al.* (2009)



Gambar 8. Diagram alir pembuatan *edible coating* antimikroba
Sumber : Naufalin *et al.* (2009)

BAB 4

APLIKASI *EDIBLE COATING* ANTIMIKROBA PADA SAYUR

Produk Hortikultura

Penanganan pascapanen pada buah dan sayuran sangat penting untuk memperpanjang daya simpan dari komoditas tersebut. Laju respirasi dan transpirasinya harus ditekan atau diminimalisir. Pengelolaan pascapanen perlu dilakukan untuk menjaga produk agar mutunya tetap baik sampai ditangan konsumen. Laju respirasi terus meningkat bila suhu lingkungan meningkat sampai suatu saat lajunya dihambat karena terjadinya hal seperti tidak aktifnya enzim, kehabisan cadangan nutrisi atau oksigen atau karena karbondioksida terakumulasi, hingga mencapai tingkat yang menghambat.

Transpirasi adalah kehilangan air karena penguapan melalui bagian dalam tubuh tanaman, yaitu air yang diserap oleh akar-akar tanaman, dipergunakan untuk membentuk jaringan tanaman dan kemudian dilepaskan melalui daun ke atmosfer. Beberapa jenis produk hortikultura, seperti buah dan sayur memerlukan penanganan pascapanen yang baik ketika dipanen dari lahan untuk meminimalkan terjadinya kerusakan mekanis selama distribusi hingga ke tangan konsumen. Beberapa contoh tanaman hortikultura yang memerlukan penanganan pasca panen dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Contoh komoditas hortikultura
Sumber: Google.com

Perubahan fisik lainnya yang terlihat pada hortikultura matang atau lewat matang yaitu pecahnya kulit buah atau sayur sehingga menimbulkan rongga pada bagian dalam (aksil) buah/sayur. Perubahan kimia dapat dilihat pada penyusutan bobot. Susut bobot yang terjadi pada komoditas buah/sayur tidak dapat dikembalikan lagi karena buah telah kehilangan sumber air dari tanaman inang. Susut bobot terjadi akibat hilangnya air dan menguapnya gas-gas hasil penguraian glukosa menjadi karbondioksida dalam proses respirasi dan transpirasi selama penyimpanan. Kerusakan mekanis juga dapat menyebabkan berkurangnya asam askorbat, karena asam askorbat sangat peka terhadap adanya oksidasi terutama oleh karena adanya enzim asam askorbat oksidase yang terdapat dalam jaringan tanaman. Enzim lain yang dapat merusak asam askorbat secara tidak langsung adalah fenolase, sitokrom oksidase dan peroksidase.

Beberapa jenis buah/sayur secara alami dilapisi oleh lilin yang berfungsi sebagai pelindung terhadap serangan fisik, mekanik, dan mikrobiologis. Pelapisan lilin pada jenis buah atau sayur sebenarnya adalah menggantikan dan menambah lapisan lilin alami yang terdapat pada buah/sayur yang sebagian besar hilang selama penanganan. Lapisan lilin yang menutupi pori-pori buah dapat menekan respirasi dan transpirasi sehingga daya simpan buah lebih lama dan nilai jualnya lebih baik. Metode pelilinan menyebabkan laju respirasi dan laju transpirasi buah/sayur menurun, sehingga mengurangi kehilangan air dan memperpanjang umur simpan dan proses degradasi klorofil terhambat. Dengan demikian, perubahan warna buah/sayur semakin lambat. Metode terbaru untuk mengurangi laju respirasi maupun transpirasi adalah *edible coating* dari bahan alami dan aman jika lapisan *coating*nya termakan (Gambar 10).



Gambar 10. *Edible coating* dari kecombrang
Sumber: koleksi pribadi (2018)

Edible coating adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dilapiskan pada permukaan bahan yang dikemas sebagai penghambat transfer massa (*barrier*) bahan makanan atau aditif untuk meningkatkan penanganan makanan (Krochta *et al.*, 1994). Pengemas ini banyak diaplikasikan pada obat-obatan, produk olahan daging, makanan semibasah, buah serta sayuran termasuk cabai merah. *Edible coating* berpotensi untuk meningkatkan mutu dan memperpanjang masa simpan buah-buahan dan sayuran segar terolah minimal, misalnya buah dan sayur dengan kemasan *Modified Atmosphere Packaging* (MAP) (Lin, 2007).

Aplikasi *Edible Coating* Antimikroba pada Sayur

Aplikasi *edible coating* pada sayur-sayuran merupakan suatu metode pemberian lapisan tipis pada permukaan sayur, seperti tomat dan cabai untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan kontak dengan oksigen, sehingga proses pemasakan dan reaksi pencoklatan buah dapat diperlambat. Lapisan yang ditambahkan di permukaan sayur tidak berbahaya bila ikut dikonsumsi bersama sayuran (Hwa *et al.*, 2009). Lapisan tersebut dapat mencegah hilangnya senyawa-senyawa volatil pada aroma atau flavor khas suatu produk pangan.

Aplikasi *edible film/coating* dapat digunakan pada sayuran, dengan cara pencelupan, pembuihan, penyemprotan, penetasan, dan penetasan terkendali. Namun, metode yang umum digunakan adalah metode pencelupan (*dipping*) dan penyemprotan (*spraying*). Metode pencelupan merupakan metode yang paling banyak digunakan terutama pada sayuran, buah, daging, dan ikan, produk dicelupkan ke dalam larutan yang digunakan sebagai bahan *coating* (Miskiyah *et al.*, 2011). Penggunaan metode penyemprotan bertujuan agar cairan *edible coating* yang sudah terbentuk dapat menutup pori-pori epidermis buah dengan adanya druplet-druplet sehingga akan menghambat secara optimal proses difusi (Masruroh *et al.*, 2013).

Edible coating perlu ditambahkan bahan aktif yang berfungsi untuk menghambat pertumbuhan mikroba, di antaranya dari kecombrang. Kecombrang (*Etilingera eliator*), merupakan tanaman golongan Zingiberaceae yang telah lama dikenal sebagai salah satu sayuran dan dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan pangan yang berkhasiat untuk mengawetkan makanan karena zat aktif yang terdapat di dalamnya, seperti saponin, flavanoid, dan polifenol. Bahan aktif yang berpotensi sebagai antimikroba dan antioksidan adalah alkaloid, flavonoid, polifenol, steroid, saponin dan minyak atsiri (Naufalin, 2013).

Bunga dan buah kecombrang dapat digunakan sebagai sumber bahan aktif *edible coating* yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba pada pangan. Hasil penelitian Naufalin *et al.* (2005), telah membuktikan bahwa ekstrak etanol dan etil asetat pada bunga kecombrang terdapat senyawa aktif yang berfungsi sebagai zat antibakteri. Bakteri yang telah diketahui dapat dihambat oleh zat aktif yang dimiliki oleh ekstrak etanol dan etil asetat bunga kecombrang tersebut adalah *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Eschericia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, dan *Aeromonas hydrophila*. Sementara itu, buah kecombrang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Eschericia coli* dan *Bacillus subtilis*, kapang *Botytris*, serta khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Aplikasi *coating* dari kecombrang yang telah dilakukan antara lain pada cabai merah keriting, salak pondoh dan stroberi.

Cabai (*Capsicum annum* L.)

A. *Klasifikasi*

Cabai adalah salah satu hortikultura sumber gizi dan bahan campuran makanan serta obat-obatan. Di Indonesia tanaman cabai mempunyai nilai ekonomi penting dan menduduki tempat kedua setelah kekacangan (Rompas, 2001). Selain itu, cabai memiliki manfaat untuk kesehatan. Salah satunya berfungsi dalam mengendalikan kanker karena mengandung lasparaginase dan capsaicin. Kandungan vitamin C yang cukup tinggi pada cabai dapat memenuhi kebutuhan harian setiap orang, namun harus dikonsumsi secukupnya untuk menghindari nyeri lambung (Prajnanta, 2001). Selain sebagai bumbu masak, buah cabai juga digunakan sebagai bahan campuran industri makanan dan peternakan (Setiadi, 2000).

Cabai berasal dari benua Amerika. Ditemukan pertama kali oleh Christophorus Columbus pada tahun 1490. Saat itu tanaman ini sudah dibudidayakan oleh suku Indian untuk keperluan memasak sejak tahun 7000 SM. Semenjak tahun 1502 tanaman cabai mulai diperkenalkan ke benua lain, dan kini sudah menyebar ke seluruh dunia sebagai salah satu bahan utama masakan (Nugraheni & Hera, 2005). *Capsicum annum* L merupakan salah satu jenis cabai yang banyak digunakan sebagai bahan bumbu masakan. Buah cabai merah merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak mengandung nutrisi penting. Tanaman cabai cenderung lebih tahan panas daripada tomat dan terung. Tanaman cabai memiliki potensi tumbuh dengan baik, yakni pada temperatur antara 16-23°C. Pembungaan dapat terhambat jika temperatur di bawah 16°C pada malam hari dan temperatur di atas 23°C, sedangkan temperatur optimum untuk pertumbuhan

tanaman cabai adalah 15-20°C (Ashari, 2006). Tumbuhan cabai merah biasa dan keriting dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. (a) Cabai merah biasa, (b) Cabai merah keriting
Sumber : Google.com

Cabai atau atau lombok (bahasa Jawa) adalah tumbuhan anggota genus *Capsicum*. Buahnya dapat digolongkan sebagai sayuran maupun bumbu, tergantung cara penggunaannya. Menurut Rukmana (1996) klasifikasi cabai merah adalah sebagai berikut:

Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Subkelas	: Sympetale
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Capsicum</i>
Spesies	: <i>Capsicum annuum</i> L.

Cabai dapat dipanen pada umur 60–75 hari setelah tanam untuk yang ditanam di dataran rendah dan pada umur 3–4 bulan untuk yang ditanam di dataran tinggi. Cabai dipanen setelah buahnya 75% berwarna merah (Moekasan *et al.*, 2005). Panen dilakukan 3–4 hari sekali atau paling lambat satu minggu sekali, sampai tanaman berumur 4–7 bulan (15 kali panen) atau sesuai kondisi tanaman. Buah yang dipanen terlalu muda akan cepat layu, bobot cepat berkurang, cepat rusak dan kurang tahan guncangan waktu pengangkutan.

B. Jenis Cabai

Di beberapa daerah di Indonesia, cabai memiliki sebutan yang berbeda-beda, seperti cabe dan cengek (Sunda), lombok (Jawa), cabhi (Madura), campli (Aceh), lasina (Batak Karo), lado

(Minangkabau), tabia (Bali), sebia (Sasak/Lombok), rica (Manado), bisa (Sangir), lada (Makasar), siri (Ambon), maricang (Halmahera), rica lamo (Ternate Tidore), maresen (Papua Barat), riksak (Papua Barat). Jenis-jenis cabai disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis-jenis cabai

No.	Gambar	Keterangan
1.	 <p data-bbox="374 666 462 700">Rocoto</p>	<p>Cabai Rocoto banyak ditemukan di Peru, Bolivia, Chile, Argentina Utara dan Ecuador. Bentuknya hampir bulat dan memiliki daging tebal seperti paprika. Cabai ini akan sangat pedas apabila bijinya berwarna hitam. Cabai Rocoto dapat tumbuh baik pada iklim sedang dan bahkan iklim dingin sekalipun. Kebanyakan rocoto berwarna merah, namun di Karibia dan Meksiko ada pula yang berwarna kuning dan oranye</p>
2.	 <p data-bbox="288 1162 549 1197">Bishop Crown Pepper</p>	<p>Cabai ini mungkin merupakan cabai yang memiliki bentuk paling aneh yang pernah ada. Cabai ini dikenal juga dengan nama <i>Peruvian Hot Pepper</i>.</p>
3.	 <p data-bbox="305 1372 533 1406">Red Savina Pepper</p>	<p><i>Scoville rating</i> (tingkat kepedasan): 350.000-580.000. Cabai ini merupakan varietas khusus dari cabai Habanero dan dikembangkan khusus agar mendapatkan cabai yang lebih pedas, besar, dan berat. Cabai Red Savina ini dikembangkan oleh Frank Garcia di California. Sampai saat ini metodenya masih menjadi rahasia dan tidak diketahui oleh umum.</p>

No.	Gambar	Keterangan
4.		<p><i>Scoville rating</i>: 50.000-100.000. Cabai ini banyak terdapat di Thailand dan negara tetangganya seperti Kamboja, Vietnam, Indonesia, dan sekitarnya.</p>
Thai Pepper		
5.		<p>Cabai ini memiliki rasa yang lebih pedas dibandingkan dengan cabai Jalapeno. Cabai ini berasal dari pegunungan Meksiko, dan biasanya dikonsumsi dalam keadaan mentah. Cabai ini memiliki tingkat kepedasan mencapai 10.000- 23.000 <i>Scoville Rating</i>. Bentuk cabai ini memiliki kemiripan dengan cabai rawit dari Indonesia, tetapi sebenarnya keduanya adalah spesies yang berbeda.</p>
Serrano pepper		
6.		<p>Cabai ini berasal dari kota Cayenne di French Guiana. Cabai ini merupakan cabai merah yang pedas yang banyak digunakan untuk bumbu makanan, baik dalam bentuk utuh ataupun bubuk, bahkan cabai ini juga digunakan untuk keperluan medis. Cabai ini memiliki tingkat kepedasan mencapai 30.000-50.000 <i>Scoville Rating</i>.</p>
Cayenne atau Guinea Pepper		
7.		<p>Anaheim sebenarnya merupakan nama sebuah daerah yang diberikan kepada cabai jenis ini ketika ada seorang petani bernama Emilio Ortega membawa benih cabai ini ke daerah Anaheim pada awal tahun 1900. Cabai ini juga memiliki sebutan lainnya yaitu California Chile atau Magdalena. Jenis</p>
Anaheim Pepper		

No.	Gambar	Keterangan
		<p>cabai ini yang tumbuh di New Mexico memiliki tingkat kepedasan yang lebih tinggi, yaitu sekitar 4500-5000 <i>Scoville Units</i>.</p>
8.	<p>Pimento atau Cabai Cheri</p>	<p>Pimento atau cabai cheri memiliki bentuk yang besar, berwarna merah dan berbentuk hati serta memiliki panjang sekitar 7-10 cm dan lebar 5-7 cm. cabai jenis ini memiliki daging buah yang manis, berair, dan lebih beraroma apabila dibandingkan dengan paprika merah. Namun beberapa varietas daroi pimento ini memiliki rasa yang cukup pedas. Cabai ini banyak digunakan sebagai campuran acar.</p>
9.	 <p><i>Bell Pepper</i> atau Paprika</p>	<p><i>Bell pepper</i> atau yang sering kita sebut dengan Paprika merupakan cabai yang memiliki 4 varian warna yaitu merah, kuning, hijau, dan oranye. Biasanya Paprika Hijau terasa lebih pahit apabila dibandingkan dengan paprika warna lainnya. Cabai jenis ini dikelompokkan ke dalam cabai yang kurang pedas atau "<i>sweet peppers</i>".</p>
		<p>Paprika memiliki bentuk yang unik menyerupai lonceng, besar, bertekstur renyah dan keras namun pada bagian dalamnya berongga. Paprika banyak dijual dalam keadaan segar maupun telah diolah menjadi bubuk yang dapat memberikan efek pedas sedang pada makanan. Adapun Paprika segar banyak dijadikan campuran untuk bahan masakan seperti salad, piza, bahkan digunakan untuk mempercantik makanan. Cabai ini memiliki rasa yang cenderung manis namun apabila dimasak manisnya akan berkurang.</p>

No.	Gambar	Keterangan
10		<p>Chilli Tepin merupakan cabai liar yang banyak tumbuh di Amerika Tengah, Meksiko, dan Barat daya USA. Cabai ini sering disebut sebagai "ibu dari segala jenis cabai" karena dianggap sebagai spesies <i>Capsicum Annuum</i> yang tertua. Nama Tepin berasal dari bahasa Nahuatl yang artinya "kutu". orang Texas menamai Tepin sebagai cabai resmi yang berasal dari Texas pada tahun 1997, dua tahun setelah Jalapeno menjadi cabai resmi di Texas.</p>
11.		<p>Cabai setan merupakan cabai terpedas di Dunia. Cabai ini berasal dari timur laut India (Assam, Nagaland, dan Manipur) dan Bangladesh. Tingkat kepedasan cabai ini mencapai 1.001.304 Skala Scoville dan itu berarti tingkat kepedasan cabai ini melebihi cabai rawit. Cabai ini memiliki bentuk yang keriput dan ukurannya gemuk kecil. Penduduk Assam memiliki kepercayaan bahwa apabila banyak mengonsumsi cabai setan maka dapat membantu memerangi penyakit reumatik, kanker, osteoporosis, menurunkan tekanan darah tinggi, dan kolesterol.</p>
12		<p>Di Jawa Barat, cabai ini dinamakan Cabai Gendot atau Cabai Bendot, sedangkan di Jawa Tengah cabai ini disebut dengan Cabai Gendol karena memiliki bentuk yang bengkak atau mengembung. Cabai ini berasal dari Semenanjung Yucatan dan memiliki tingkat kepedasan mencapai 100.000-350.000 Skala Scoville. Cabai ini banyak dijumpai di perkebunan sekitar Bandung dan di sekitar Dieng Jawa Tengah. Meksiko merupakan negara</p>

No.	Gambar	Keterangan
		<p>penghasil cabai gendol terbesar di dunia, dan banyak tumbuh di sekitar Yucatan, Campeche, dan Quintana Roo. Selain ini di Belize, Kosta Rika, Texas, dan California ditemukan perkebunan komersial cabai gendot. Cabai gendot memiliki aroma yang unik, yaitu perpaduan antara buah dan bunga. cabai ini memiliki beragam warna, yaitu hijau, orange terang, kuning, dan orange. Di Sunda, cabai ini banyak dimasak dalam berbagai macam tumis-tumisan dan juga hidangan pedas lainnya.</p>
13.	 <p data-bbox="330 917 510 948">Cabai Jalapeno</p>	<p>Cabai ini berasal dari Meksiko, warnanya hijau tua dan merah serta memiliki bentuk yang mirip dengan peluru. selain dalam bentuk utuh/segar, biasanya jalapeno juga tersedia dalam variasi keringnya yang disebut dengan <i>chipotles</i>. Cabai ini memiliki rasa yang sangat pedas menggigit karena itu biasanya cabai ini dijual dalam bentuk acar dan dikemas di dalam botol. Cabai ini memiliki tingkat kepedasan 2.500-8.000 Skala Scoville. Cabai ini banyak digunakan untuk membuat acar, mustar, atau dapat pula dimasak dengan menggunakan minyak sayur.</p>
14.	 <p data-bbox="333 1521 503 1552">Cabai keriting</p>	<p>Sesuai dengan namanya, cabai keriting berbentuk keriting, kurus, dan panjang. Terdapat 2 jenis cabai keriting yaitu cabai keriting merah dan cabai keriting hijau. Cabai keriting memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan cabai merah besar. Biasanya cabai keriting digunakan pada olahan makanan yang pedas.</p>

No.	Gambar	Keterangan
15.		<p>Cabai merah memiliki bentuk yang runcing dan mengerucut, namun ada pula yang membulat. Kulitnya tebal dan biasanya rasanya kurang pedas. Cabai merah sering digunakan sebagai bahan baku aneka sambal, saus, dan sebagai campuran masakan yang tidak terlalu pedas lainnya.</p>
Cabai Merah Besar		
16.		<p>Cabai rawit memiliki bentuk yang lebih kecil dari cabai merah maupun cabai keriting namun memiliki tingkat kepedasan mencapai 50.000-100.000 pada skala Scoville. Selain di Indonesia, cabai rawit cukup populer di negara Asia Tenggara lainnya seperti Malaysia. Dalam bahasa Inggris, cabai rawit dikenal dengan nama Thai Pepper atau Bird's Eye Chili Pepper. Di Indonesia, cabai rawit biasanya digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat sambal, rujak, dan makanan pedas lainnya. Selain itu cabai rawit juga dibuat menjadi <i>chili oil</i> dan digunakan sebagai pelengkap makanan gorengan</p>

Sumber dirangkum oleh Nuryanti (2018)

C. *Kandungan Gizi*

Pada buah cabai terkandung antioksidan yang sangat baik untuk melindungi tubuh dari radikal bebas. Cabai juga mengandung zat capcaisin yang berfungsi mengendalikan penyakit kanker. Selain itu, juga terdapat vitamin C yang cukup tinggi pada buah cabai. Namun, meskipun memiliki manfaat bagi kesehatan tubuh, Anda juga tetap harus memperhatikan banyaknya cabai yang Anda konsumsi supaya tidak menimbulkan gangguan pada lambung.

Menurut Sun (2007), cabai mengandung antioksidan yang berfungsi menjaga tubuh dari serangan radikal bebas. Kandungan terbesar antioksidan ini adalah pada cabai hijau. Cabai juga

mengandung lasparaginase dan capsaicin yang berperan sebagai zat antikanker. Cabai merah keriting merupakan salah satu komoditas sayuran yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia karena memiliki harga jual tinggi dan memiliki beberapa manfaat kesehatan yang salah satunya adalah zat capsaicin yang berfungsi mengendalikan penyakit kanker.

Cabai tidak hanya digunakan untuk konsumsi rumah tangga sebagai bumbu masak atau bahan campuran pada berbagai industri pengolahan makanan dan minuman, tetapi juga digunakan untuk pembuatan obat-obatan dan kosmetik. Selain itu, cabai juga mengandung zat-zat gizi yang sangat diperlukan untuk kesehatan manusia. Kandungan zat gizi pada cabai merah segar dan kering per 100 gram disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan gizi cabai merah besar per 100 gram

Kandungan Gizi	Cabai Merah Segar	Cabai Merah Kering
Kadar air (%)	90,9	10
Energi (kkal)	31,0	311
Protein (g)	1,0	15,9
Lemak (g)	0,3	6,2
Karbohidrat (g)	7,3	61,8
Kalium (mg)	29,0	160
Fosfor (mg)	24,0	370
Besi (mg)	0,5	2,3
Vitamin A (SI)	470	576
Vitamin C (mg)	18,0	50
Vitamin B1 (mg)	0,05	0,4
Berat yang dapat dimakan/ BBD (%)	85	85

Sumber: Direktorat Gizi, Depkes RI (1981) *dalam* Buletin Teknopro Hortikultura (2004)

D. Produktivitas

Tingkat kebutuhan cabai merah tiap tahun semakin meningkat sehubungan dengan semakin beragam dan bervariasi jenis masakan yang menggunakan bahan asal cabai merah, mulai dari kebutuhan rumah tangga, buah segar sampai kebutuhan luar negeri. Tingkat konsumsi per kapita terhadap cabai merah pada tahun 1992 sebesar 3.16kg/tahun + 8.9 g per kapita per hari, tidak termasuk kebutuhan industri (Santika, 2002). Produksi pada periode tahun berikutnya, yakni pada tahun 1993 menunjukkan peningkatan dengan rata-rata pertumbuhan 13,83%. Hal ini menunjukkan

tanaman cabai dibutuhkan dan diminati masyarakat. Dewasa ini tanaman cabai menjadi komoditas sayuran penting di Indonesia, memiliki nilai ekonomis yang tinggi, dan memiliki permintaan yang meningkat tajam terutama cabai merah seiring dengan penambahan jumlah penduduk (Yusniawati, 2008).

Permintaan akan cabai merah di beberapa pasar-pasar tradisional di kawasan kota-kota besar di Indonesia meningkat (Agung, 2009). Pasar-pasar tradisional di Jakarta membutuhkan pasokan cabai merah sebanyak 75 ton, sedangkan di pasar tradisional Bandung membutuhkan pasokan 32 ton per hari. Volume cabai merah yang keluar dari satu sentra per hari cukup besar, belum ditambah dari sentra-sentra lainnya, seperti Malang, Bali, Ujung Padang, dan Medan. Pada umumnya, cabai merah ini dikumpulkan dari para pedagang yang asal mulanya dari petani cabai merah untuk diekspor secara kecil maupun dijual langsung. Cabai memiliki nilai jual yang tinggi, sehingga menjadi salah satu komoditas sayuran yang banyak dibudidayakan. Selain fungsi utamanya sebagai penguat rasa, cabai juga memiliki beberapa manfaat untuk kesehatan.

E. Mutu Cabai

Komoditas cabai merah ini mudah rusak karena rentan terhadap suhu, kelembaban dan metode penyimpanan. Kerusakan tersebut sangat merugikan petani bahkan sampai ke konsumen. Kerusakan cabai dapat disebabkan oleh fisik, kimia dan mikrobiologi. Kerusakan cabai akibat mikrobiologi dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Kerusakan cabai akibat mikrobiologi
Sumber: koleksi pribadi (2018)

Di pasar tradisional biasanya cabai digelar atau dijajakan di atas tampah, karung, maupun plastik. Namun, jika di supermarket atau pasar modern umumnya pengemasannya sudah cukup bagus, informatif, dan aman. Banyak cara untuk meningkatkan masa simpan cabai merah, antara lain dengan metode pengeringan, MAP/CAS (modifikasi atmosfer), hingga pelilinan.

Pengemasan bertujuan melindungi mutu cabai sebelum dipasarkan dan sampai ke tangan konsumen. Pengemasan yang baik dapat mencegah kehilangan susut bobot, mempertahankan mutu dan penampilan, serta memperpanjang masa simpan bahan. Cabai merah yang telah dipanen dapat disimpan di lapangan atau di ruang tertutup, yaitu bangunan berventilasi, ruang berpendingin atau ruang tertutup yang konsentrasi gasnya berbeda dengan atmosfer. Penyimpanan yang baik dapat memperpanjang umur dan kesegaran cabai tanpa menimbulkan perubahan fisik, biologi, dan kimia (Asgar, 2009).

Pengemasan buah cabai harus memperhatikan jenis kemasan. Jenis kemasan berpengaruh terhadap keawetan dan tingkat kerusakan bahan yang dikemas. Kemasan yang berupa keranjang bambu, karton, *stryrofoam*, kantong jala, *clear polyethylene* cukup baik digunakan untuk mengemas buah cabai. Saat ini, metode modern sebagai alternatif pengemasan hortikultura adalah *edible coating*. *Edible coating* dapat menjadi “pengemas” cabai untuk menurunkan laju respirasi pascapanen, sehingga lebih tahan lama. Prinsipnya sama seperti *waxing* pada komoditas buah sayur, namun bedanya *edible coating* tetap aman walaupun termakan.

Aplikasi *edible coating* pada cabai merah keriting telah dilaksanakan dan memiliki hasil bagus untuk meningkatkan masa simpan cabai. Berikut ini adalah analisis ragam mengenai pengaruh *edible coating* terhadap sifat fisik, kimia, dan mikrobiologi cabai. Cabai merah keriting yang digunakan merupakan komoditas yang dipetik langsung dari lahan pada pagi hari.

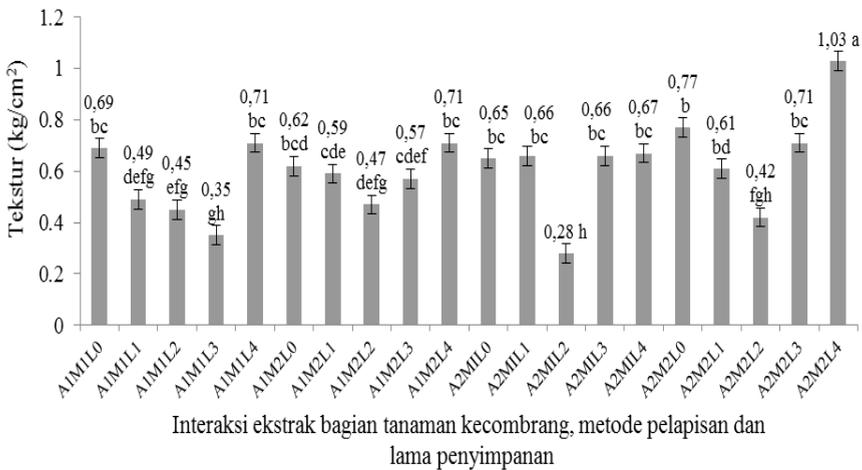
Masa simpan menjadi kendala utama pascapanen. Penanganan dengan menggunakan suhu rendah dipandang belum memungkinkan dengan alasan tidak semua petani memiliki alat pendingin (*refrigerator*) dan kapasitas pendingin yang harus dalam kapasitas besar. *Coating* dari kecombrang dapat menjadi alternatif untuk menunda kerusakan fisik, kimia dan mikrobiologi serta sifat sensori pada buah dan sayur, terutama cabai merah keriting.

F. Aplikasi Edible Coating terhadap variabel fisik, kimia, dan mikrobiologi cabai keriting merah

1. Tekstur

Pengujian tekstur pada cabai merah keriting yang telah dilapisi *edible coating* dengan menggunakan penetrometer manual (kg/cm^2). Prinsip kerja penetrometer manual adalah mengukur kedalaman tusukkan jarum penetrometer per bobot bahan tertentu dalam luas bahan tertentu.

Interaksi bagian tanaman kecombrang (A), metode pelapisan (M), dan lama penyimpanan (L) berbeda sangat nyata terhadap tekstur cabai merah keriting. Pengaruh interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang (A), metode pelapisan (M), dan lama penyimpanan (L) cabai merah keriting dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Nilai rata-rata tekstur (kg/cm^2) cabai merah keriting pada perlakuan pengaruh interaksi ekstrak bagian kecombrang, metode pelapisan, dan lama penyimpanan. Keterangan : A1= ekstrak bunga kecombrang, A2= ekstrak buah kecombrang, M1= metode penyemprotan (*spraying*), M2= metode pencelupan (*dipping*), L0= 0 hari, L1= 3 hari, L2= 6 hari, L3= 9 hari, dan L4= 12 hari.

Sumber: Nuryanti (2016)

Grafik menunjukkan bahwa interaksi ekstrak bunga kecombrang, metode penyemprotan (*spraying*) dan lama penyimpanan hari ke-0 dan ke-12 sangat berbeda nyata terhadap hari ke-3, ke-6, dan ke-9. Nilai rata-rata tekstur perlakuan interaksi ekstrak bagian bunga kecombrang, metode pelapisan (*spraying*) dengan lama penyimpanan hari ke-0, ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 berturut-turut 0,69 kg/cm²; 0,49 kg/cm²; 0,45 kg/cm²; 0,35 kg/cm²; dan 0,71 kg/cm² sedangkan interaksi ekstrak bunga kecombrang, metode pencelupan (*dipping*) dan lama penyimpanan hari ke-0, ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 sangat berbeda nyata. Nilai rata-rata tekstur perlakuan interaksi ekstrak bunga kecombrang, metode pencelupan (*dipping*) dengan lama penyimpanan hari ke-0, ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 berturut-turut 0,62 kg/cm²; 0,59 kg/cm²; 0,47 kg/cm²; 0,57 kg/cm²; dan 0,71 kg/cm².

Pengaruh interaksi ekstrak buah kecombrang, metode penyemprotan (*spraying*) dan lama penyimpanan hari ke-6 sangat berbeda nyata terhadap penyimpanan hari ke-0, ke-3, ke-9, dan ke-12. Nilai rata-rata tekstur perlakuan interaksi ekstrak buah kecombrang, metode penyemprotan (*spraying*) dengan lama penyimpanan hari ke-0, ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 berturut-turut 0,65 kg/cm²; 0,66 kg/cm²; 0,28 kg/cm²; 0,66 kg/cm²; dan 0,67 kg/cm². Pengaruh interaksi ekstrak buah kecombrang, metode pencelupan (*dipping*) dan lama penyimpanan hari ke-6 dan ke-12 berbeda sangat nyata terhadap penyimpanan hari ke-0, ke-3, dan ke-9. Nilai rata-rata tekstur perlakuan interaksi ekstrak bagian buah kecombrang, metode pelapisan (*dipping*) dengan lama penyimpanan hari ke-0, ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 berturut-turut 0,77 kg/cm²; 0,61 kg/cm²; 0,42 kg/cm²; 0,71 kg/cm²; dan 1,03 kg/cm².

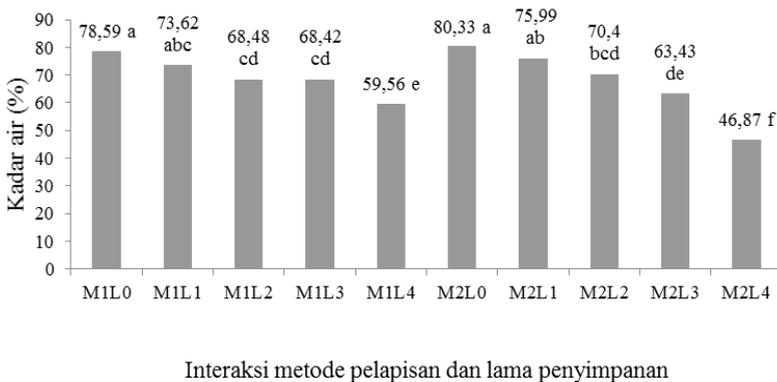
Menurut Tucker *et al.* (1993), perubahan tekstur menjadi lebih lunak atau lembut pada buah salah satunya dapat ditimbulkan oleh mekanisme kehilangan tekanan turgor, degradasi kandungan pati atau pemecahan dinding sel buah. Suhu penyimpanan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan kekerasan dari buah. Apabila suhu penyimpanan terlalu tinggi dapat menyebabkan proses respirasi dan transpirasi berlangsung lebih cepat sehingga menyebabkan kandungan air dari buah lebih cepat mengalami penurunan yang dapat mengakibatkan berkurangnya ketegaran buah.

Kandungan air cabai merah keriting yang semakin berkurang menyebabkan penurunan tekanan turgor dan mengakibatkan tingkat kekerasan buah akan menurun. Namun,

nilai kekerasan dikatakan baik bukan karena nilai kekerasannya terlalu tinggi atau rendah, tetapi tergantung dari kondisi fisik buah tersebut (Pantastico, 1989). Kekerasan buah yang tinggi bisa disebabkan oleh tekstur cabai yang sudah layu atau berkerut, sebaliknya nilai kekerasan yang rendah kemungkinan karena cabai yang busuk. Jaringan kulit cabai yang mengeras setelah hari ke-6 sulit ditembus jarum penetrometer, sehingga nilai kekerasannya tinggi. Hal tersebut karena cabai kehilangan air secara drastis yang menyebabkan dinding sel cabai berkerut dan kering.

2. Kadar Air

Kadar air adalah persentase (%) kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berat kering (*dry basis*). Kadar air sangat mempengaruhi umur simpan dan kesegaran produk hortikultura, seperti cabai merah keriting. Kadar air cabai berkisar antara 55-85%. Pengaruh interaksi metode pelapisan dan lama penyimpanan (M×L) berpengaruh nyata terhadap kadar air cabai merah keriting. Pengaruh interaksi metode pelapisan dan lama penyimpanan terhadap kadar air cabai merah keriting dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Nilai rata-rata kadar air (%) cabai merah keriting pada perlakuan pengaruh interaksi metode pelapisan dan lama penyimpanan. Keterangan: M1= metode penyemprotan (*spraying*), M2= metode pencelupan (*dipping*), L0= 0 hari, L1= 3 hari, L2= 6 hari, L3= 9 hari, dan L4= 12 hari.

Sumber: Nuryanti (2016)

Nilai rata-rata pengaruh interaksi metode penyemprotan (*spraying*) dan lama penyimpanan hari ke-0, ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 berturut-turut 78,59%; 73,62%; 68,48%, 68,42%; dan 59,56%; sedangkan untuk interaksi metode pencelupan (*dipping*) dan lama penyimpanan pada hari ke-0, ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 berbeda sangat nyata dengan nilai berturut-turut 80,33%, 75,99%; 70,40%, 63,43%; dan 46,87%. Metode penyemprotan (*spraying*) dan metode pencelupan (*dipping*) menyebabkan penurunan kadar air tetapi penurunannya tidak signifikan. Penurunan kadar air ini berhubungan dengan tekstur dan tekanan turgor cabai merah keriting selama penyimpanan karena metode *coating* dengan kadar air penurunannya tidak signifikan, tekstur cabai tetap tinggi sampai penyimpanan selama 3 hari.

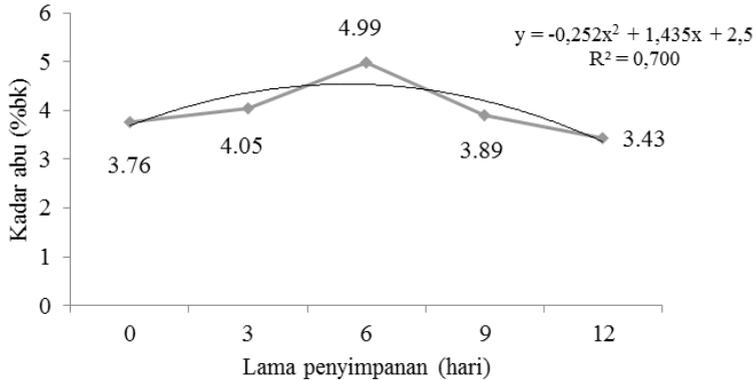
Menurut Dwidjoseputro (1986), faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi transpirasi adalah kelembaban, suhu, cahaya, angin, dan kandungan air tanah. Adapun menurut Muchtadi (1992), tekstur sayuran seperti halnya tekstur buah atau tanaman lain dipengaruhi oleh turgor dari sel-sel yang masih hidup. Perlakuan metode *coating* pada sayuran segar dapat mengurangi kehilangan kandungan air (pengurangan berat) sehingga dapat mencegah terjadinya dehidrasi. Hal ini dapat mempertahankan umur komoditas pertanian karena turunnya kandungan air akan menyebabkan kelayuan atau kistunya bahan yang merupakan sebab hilangnya kesegaran dan kenampakan tekstur.

Pengemasan dengan metode *coating* pada sayuran segar harus mampu mengurangi proses respirasi, transpirasi, perubahan-perubahan kimiawi dan fisiologis, dan serangan mikroorganisme, tanpa mematikan sel-sel dan komoditas atau merusak mutunya (Muchtadi, 2000). Secara umum, semakin tinggi kadar air suatu bahan, maka semakin singkat umur simpan bahan pangan tersebut (Winarno, 2004). Kondisi buah pada periode pasca panen sangat tergantung dari cadangan makanan dan kandungan air pada buah tersebut serta panjangnya periode pascapanennya (Martoredjo, 2009).

3. Kadar Abu

Abu adalah zat anorganik dari sisa hasil pembakaran suatu bahan organik (Sudarmadji *et al.*, 2003). Bahan pangan yang terdapat di alam mengandung mineral yang berupa abu. Lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kadar abu cabai merah keriting.

Hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar abu cabai merah keriting mengikuti pola persamaan regresi $y = -0,252x^2 + 1,435x + 2,5$; dengan $R^2 = 0,70$ dapat dilihat pada Gambar 15. Kadar abu cabai merah keriting hari ke-0, ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 berturut-turut 3,76%; 4,05%; 4,99%; 3,89%; dan 3,43%.



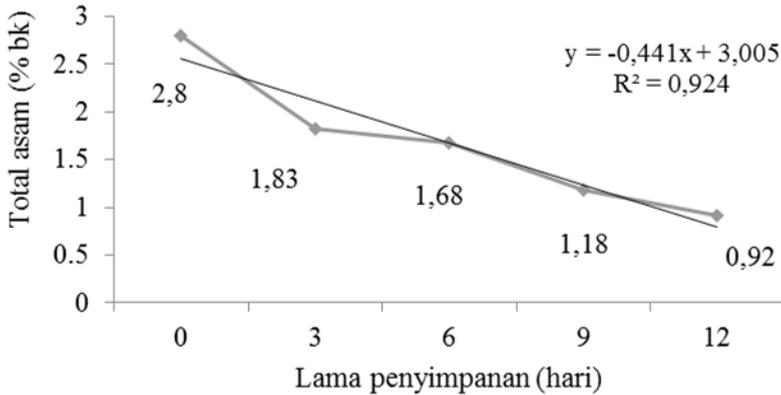
Gambar 15. Nilai rata-rata kadar abu (% bk) cabai merah keriting pada perlakuan lama penyimpanan.

Sumber: Nuryanti (2016)

Kadar abu secara umum pada buah kering 3,5%, pada biji dan kecacangan 1,5-2,5%, dan pada sayuran 1% (Sudarmadji, 2003). Selama waktu penyimpanan kadar abu cabai merah keriting dari hari ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 tidak mengalami penurunan kadar abu yang signifikan. Kadar abu cabai merah keriting tinggi karena cabai dilapisi oleh *edible coating* dengan bahan gelatin, β -siklodekstrin, dan tapioka. Berdasarkan penelitian Huda *et al.* (2013), kadar abu gelatin sebesar 2,98%. Tapioka memiliki kadar abu sebesar 0,58-0,88% (Wijana *et al.*, 2009).

4. Kadar Total Asam Titrasi

Selama periode penyimpanan, kadar total asam mengalami perubahan. Hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar total asam tertitiasi cabai merah keriting mengikuti pola persamaan regresi $y = -0,441x + 3,005$; dengan $R^2 = 0,924$. Kadar total asam cabai merah keriting hari ke-0, ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 berturut-turut 2,8%; 1,83%; 1,68%; 1,18%; dan 0,92%. Nilai rata-rata kadar total asam tertitiasi (% bk) cabai merah keriting pada perlakuan lama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Nilai rata-rata kadar total asam tertitrasi (% bk) cabai merah keriting pada perlakuan lama penyimpanan.

Sumber: Nuryanti (2016)

Menurut Wills *et al.* (1998), perubahan total asam merupakan salah satu perubahan kimia yang terjadi selama proses pematangan buah. Semakin lama waktu penyimpanan, kadar total asam tertitrasinya akan mengalami penurunan. Total asam tertitrasi mulai mengalami penurunan dari hari ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12. Penurunan jumlah total asam tertitrasi pada cabai merah keriting disebabkan asam yang terkandung dalam cabai digunakan sebagai sumber energi untuk aktivitas respirasi cabai. Tranggono dan Sutardi (1990), menyebutkan bahwa dalam proses respirasi, selain gula, asam organik juga dapat dioksidasi, sehingga apabila laju respirasi suatu produk tinggi, laju penurunan asam organikya semakin cepat.

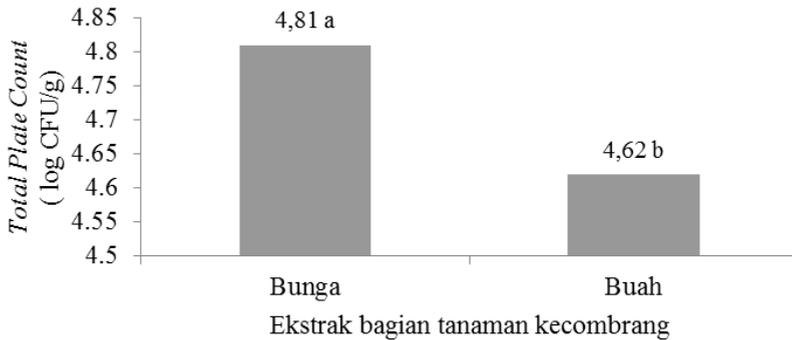
5. Derajat Keasaman (pH)

Selama waktu penyimpanan, nilai pH cabai merah keriting yang dilapisi *coating* kecombrang tidak berbeda nyata. pH cabai selama penyimpanan hari ke-0 sampai hari ke-12 tidak mengalami penurunan yang signifikan. Soesanto (2006), menyatakan bahwa derajat keasaman atau pH jaringan buah umumnya di bawah 5, sehingga mampu menghambat bakteri yang mampu menguraikan jaringan tanaman. Cabai memiliki senyawa aktif berupa capsaicin.

Capsaicin merupakan zat berkhasiat utama dalam buah cabai (*Capsicum* sp). Capsaicin mampu berperan sebagai antibakteri. Struktur membran sel bakteri akan dirusak oleh capsaicin sehingga sel menjadi sangat permeabel, yang mengakibatkan isi sitoplasma akan mudah keluar. Kondisi ini akan menjadikan sel bakteri tidak dapat bertahan lama sehingga akhirnya akan mati (Madigan *et al.*, 2003). Dengan demikian, aktivitas bakteri untuk mendegradasi senyawa organik maupun anorganik dari cabai akan terhambat. Hal lain kemungkinan karena penguapan asam-asam organik dapat dihambat oleh *edible coating*, maka pH cabai akan stabil. *Edible coating* mampu mencegah penguapan gas-gas tertentu dan bersifat permeabel (Krochta *et al.*, 1997).

6. Total Plate Count (TPC)

Total Plate Count pada perlakuan ekstrak bunga kecombrang dan buah kecombrang berturut-turut adalah 4,81 log CFU/g dan 4,62 log CFU/g. Nilai rata-rata *total plate count* cabai merah keriting pada perlakuan penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang dapat dilihat pada Gambar 17.



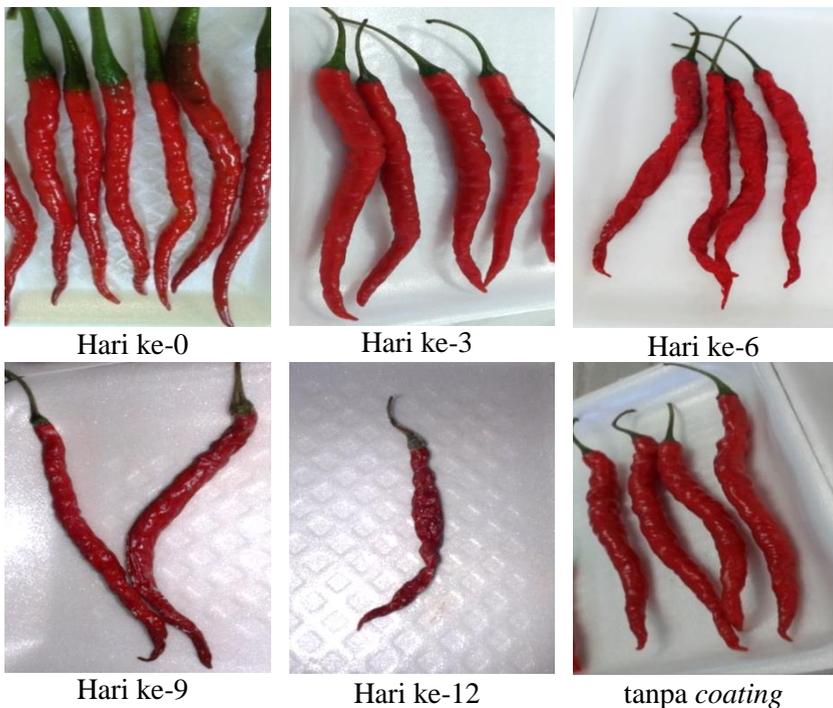
Gambar 17. Nilai rata-rata *total plate count* cabai merah keriting pada perlakuan penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang.

Sumber: Nuryanti (2016)

Berdasarkan Gambar 18, ekstrak buah kecombrang dapat menghambat pertumbuhan mikroba lebih baik dari ekstrak bunga kecombrang. Aktivitas antimikroba yang tinggi pada ekstrak buah kecombrang mampu menghambat pertumbuhan mikroba pada cabai merah keriting. Sebelum

edible coating kecombrang diaplikasikan pada cabai merah keriting, jumlah mikrobanya berkisar antara 4,88-4,92 CFU/g. Jumlah mikroba ini ternyata lebih banyak dari cabai yang dilapisi dengan *edible coating* bunga maupun buah kecombrang. Menurut Naufalin (2013), formula kulit buah kecombrang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Eschericia coli* dan *Bacillus subtilis*, kapang *Botytris*, serta khamir *Saccharomyces cerevisiae*.

Penelitian buah kecombrang yang telah dilakukan oleh Setiyani (2011) menunjukkan bahwa buah kecombrang berwarna merah muda bagian kulit dengan konsentrasi 50% memiliki aktivitas antibakteri lebih tinggi dibanding bagian biji buah, baik terhadap *Bacillus cereus* maupun *Eschericia coli*. Berikut ini adalah kenampakan cabai merah keriting yang telah disalut *coating* kecombrang dan disimpan selama 12 hari (Gambar 18).

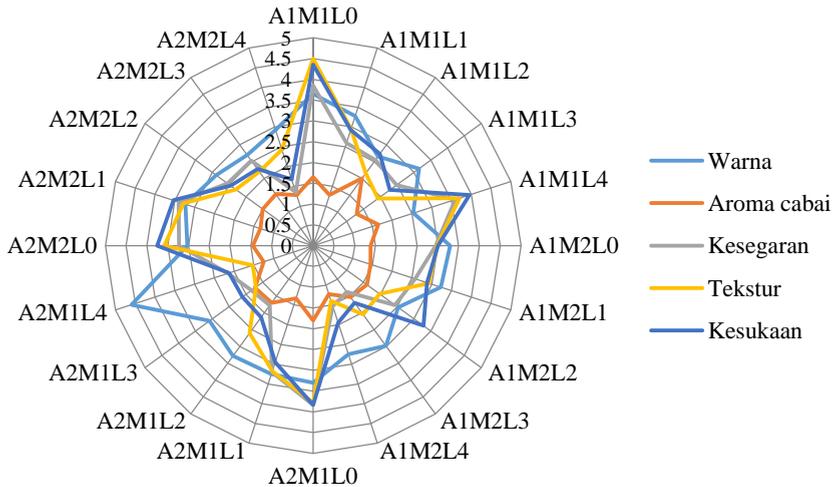


Gambar 18. Dokumentasi cabai merah keriting dengan lapisan *edible coating* kecombrang kontrol, 0 sampai 12 hari penyimpanan.

Sumber: Nuryanti (2016)

7. Variabel Sensori

Penilaian dengan indera yang juga disebut penilaian organoleptik atau penilaian sensoris merupakan suatu cara penilaian yang paling primitif. Penilaian dengan indera banyak digunakan untuk menilai mutu komoditas hasil pertanian dan makanan (Soekarto, 1985). Pengaruh kombinasi ekstrak bagian tanaman kecombrang, metode pelapisan, dan lama penyimpanan (AML) terhadap sifat sensori cabai merah keriting disajikan pada Gambar 19.



Keterangan: A1= ekstrak bunga kecombrang, A2= ekstrak buah kecombrang; M1= metode penyemprotan (*spraying*), M2= metode pencelupan (*dipping*); L0= 0 hari, L1= 3 hari, L2= 6 hari, L3= 9 hari, dan L4= 12 hari.

Gambar 109. *Spider Web Diagram* atribut sensori cabai merah keriting.

Sumber: Nuryanti (2016)

1.1. Warna

Kombinasi perlakuan antara ekstrak bagian tanaman kecombrang, metode pelapisan, dan lama penyimpanan (AML) berpengaruh sangat nyata terhadap warna cabai merah keriting. Warna yang disukai panelis adalah merah segar. Perlakuan A1M1L1 memiliki warna

yang disukai panelis yaitu 3,28 (merah) dan skor yang terendah adalah perlakuan A1M1L4 yaitu 2,53 (merah kecoklatan).

Warna cabai merah keriting dengan *edible coating* memiliki warna yang diterima konsumen sampai penyimpanan hari ke-6. Warna cabai merah berasal dari karotenoid yang terbentuk selama proses pematangan buah. Sintesis karotenoid dipicu oleh meningkatnya konsentrasi O₂, etilen, dan meningkatnya suhu penyimpanan (Harris, 2001).

1.2. Aroma Cabai

Skor aroma cabai merah keriting berkisar antara 2 (kurang kuat) sampai 1,23 (tidak kuat). Kombinasi perlakuan A1M1L2 memiliki aroma cabai paling tinggi yaitu 2 (kurang kuat) dan nilai aroma cabai terendah pada kombinasi perlakuan A1M2L4 1,23 (tidak kuat). Aroma yang khas timbul dari sekitar buah-buahan yang masak. Beberapa senyawa terpenoid mungkin merupakan penyebab timbulnya bau atau aroma (Santoso dan Purwoko, 1995). Terpenoid dan minyak esensial harum atau bau dari tanaman disebabkan oleh fraksi minyak esensial. Capsaicin merupakan senyawa terpenoid pada cabai. Capsaicin merupakan zat berkhasiat utama dalam buah cabai (*Capsicum* sp.). Zat ini yang memberikan rasa dan aroma pedas pada cabe (Sumpena, 2013). Semakin lama penyimpanan buah, aroma khasnya akan berkurang. Aroma yang semakin berkurang karena suhu selama penyimpanan akan meningkat sehingga senyawa terpenoid cabai akan menguap.

Metode *coating* dengan penyemprotan (*spraying*) dapat mempertahankan kualitas aroma khas cabai selama 3 hari penyimpanan. Meski demikian, hal tersebut tidak berbeda secara signifikan dengan metode pencelupan (*dipping*). Hal ini karena cabai yang dilapisi *edible coating* kecombrang tidak mengalami penguapan aroma volatil cabai secara drastis selama waktu penyimpanan. Pernyataan ini diperkuat oleh Krochta *et al.* (1994), bahwa salah satu manfaat *edible coating* adalah dapat mengurangi kehilangan aroma.

1.3. Kesegaran

Skor kesegaran cabai merah keriting berkisar antara 3,4 (segar) sampai 1,35 (tidak segar). Kombinasi perlakuan A2M2L1 memiliki skor kesegaran 3,4 (segar) dan nilai kesegaran cabai terendah pada kombinasi perlakuan A2M2L4 yaitu 1,35 (tidak segar).

Kesegaran cabai merah keriting mengalami penurunan selama masa penyimpanan. Wills *et al.* (1998) menyatakan, ketika air menguap dari jaringan buah, tekanan turgor menurun dan sel-sel mulai menyusut dan rusak sehingga buah kehilangan kesegarannya. Penurunan kesegaran cabai merah keriting ditandai dengan penampilan fisik yang keriput serta tangkai yang terlepas dari cabai.

1.4. Tekstur

Skor tekstur cabai merah keriting berkisar antara 3,28 (agak keras) sampai 1,4 (lunak). Kombinasi perlakuan A2M2L1 memiliki nilai tekstur cabai paling tinggi yaitu 3,28 (agak keras) dan nilai tekstur cabai terendah pada kombinasi perlakuan A1M2L4 yaitu 1,4 (lunak). Selama masa penyimpanan tekstur cabai merah akan semakin lunak. Tetapi, setelah kadar air dalam cabai sudah menguap secara drastis, jaringan daging cabai akan mengkerut dan kering.

Tekstur buah dikatakan baik bukan karena nilai kekerasannya terlalu tinggi atau rendah, tetapi tergantung dari kondisi fisik buah tersebut (Pantastico, 1989). Kekerasan buah (cabai) yang tinggi bisa disebabkan oleh tekstur cabai yang sudah layu atau berkerut, sebaliknya nilai kekerasan yang rendah kemungkinan karena cabai yang busuk. Watada *et al.* (1979), menyatakan bahwa pelunakan jaringan hortikultura pada dasarnya adalah akibat aktivitas enzim pemecah senyawa pektin yang berada pada lamela tengah, yaitu enzim pektin esterase (PE) dan poligalakturonase.

1.5. Kesukaan

Skor kesukaan cabai merah keriting berkisar antara 3,53 (suka) sampai 1,68 (kurang suka). Kombinasi perlakuan A2M2L1 memiliki tingkat kesukaan cabai paling tinggi yaitu 3,53 (suka) dan tingkat kesukaan cabai

terendah pada kombinasi perlakuan A2M2L4 yaitu 1,68 (kurang suka). Penilaian terhadap kesukaan merupakan hasil kombinasi antara pengaruh warna, tekstur dan kesegaran. Selain itu, kesukaan juga dipengaruhi oleh bau atau aroma (Winarno, 1993).

Semakin lama masa penyimpanan cabai merah keriting, nilai kesukaan panelis akan semakin rendah. Tingkat kesukaan berhubungan dengan penilaian panelis terhadap warna, aroma cabai, kesegaran, dan tekstur cabai merah keriting dengan *edible coating*. Agar mendukung penjelsan mengenai variabel sensori cabai merah keriting yang dilakukan *coating*.

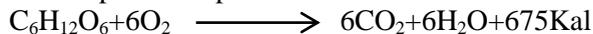
BAB 5

APLIKASI *EDIBLE COATING*

ANTIMIKROBA PADA BUAH

Indonesia memiliki iklim tropis sehingga cocok untuk pengembangan bidang pertanian, terutama untuk produk hortikultura seperti buah dan sayur. Buah dan sayur merupakan salah satu komoditas yang melimpah dan berpotensi untuk memenuhi kebutuhan di dalam dan luar negeri. Contoh buah dan sayur yang sering diperjual belikan antara lain: jeruk, salak pondoh, stroberi, sawi, cabai rawit, cabai keriting, dan tomat. Buah maupun sayur yang telah dipanen masih melakukan proses metabolisme. Proses degradasi komponen di dalam buah dan sayur menjadi komponen yang lebih sederhana dan terjadi sampai akhirnya buah dan sayur tersebut layu dan membusuk.

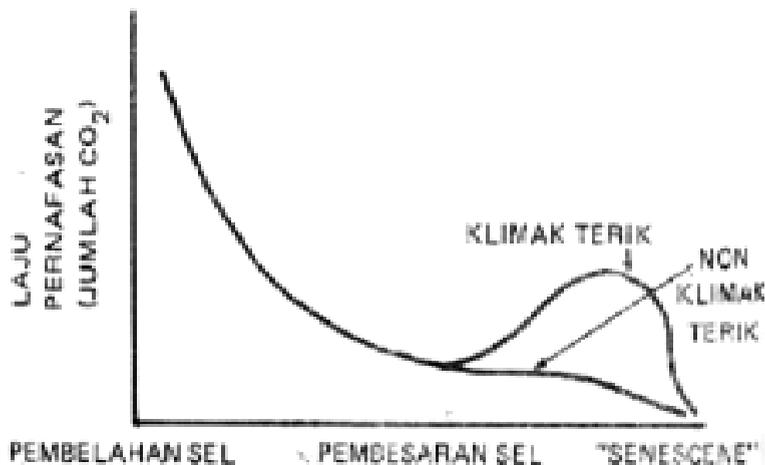
Penurunan persediaan oksigen pada buah dan sayur akan mengalami fermentasi untuk memenuhi kebutuhannya (Muchtadi, 1989). Apabila buah-buahan mengalami fermentasi, energi yang diperoleh lebih sedikit dibandingkan dengan cara pernapasan (respirasi). Buah dan sayur yang di pohon akan melakukan respirasi untuk bertahan hidup dan setelah dipetik proses respirasi masih berlangsung. Respirasi adalah proses penyerapan oksigen (O_2) yang digunakan untuk pembakaran yang menghasilkan energi kemudian diikuti oleh pengeluaran karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) (Phan *et.al*, 1986). Berikut ini adalah alur proses respirasi:



Menurut Pantastico (1986), kecepatan proses respirasi dapat diukur dengan menentukan jumlah substrat yang hilang, oksigen yang diserap, karbondioksida yang dikeluarkan, kenaikan suhu, serta energi yang dihasilkan.

Jenis buah dan sayur berdasarkan pola respirasinya dibagi menjadi dua, yaitu klimaterik dan nonklimaterik (Pantastico, 1986). Buah klimaterik mengalami kenaikan CO_2 (secara mendadak) dan mengalami penurunan CO_2 dengan cepat. Adapun buah nonklimaterik tidak mengalami kenaikan dan penurunan CO_2 secara mendadak. Rhodes (1970), mengatakan bahwa buah klimaterik ditandai dengan adanya proses waktu pematangan yang cepat dengan peningkatan laju respirasi dan mengalami perubahan warna, kekerasan (tekstur), dan rasa. Respirasi klimaterik ditandai dengan penurunan CO_2 sampai mendekati *senescence*. Pada saat *senescence*, produksi O_2 meningkat kemudian turun kembali (Winarno dan Jenie, 1983). Laju respirasi dari beberapa produk pertanian

disajikan pada Tabel 4. sedangkan kurva laju respirasi antara buah klimaterik dan nonklimaterik dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Kurva laju respirasi antara buah klimaterik dan nonklimaterik
 Sumber: Winarno dan Jenie (1983)

Tabel 4. Laju respirasi dari beberapa produk pertanian pascapanen pada suhu 5°C

Kelas respirasi	Komoditas
Sangat rendah	Biji-bijian, kurma, buah kering dan beberapa sayuran
Rendah	Apel, jeruk, anggur, kiwi, bawang putih dan merah, kentang yang telah matang dan ketela rambat
Moderat	<i>Apricot</i> , pisang, ceri, <i>peach</i> , <i>nectarine</i> , kol, wortel, selada, tomat, kentang
Tinggi	Stroberi, bunga kol, lima bean, alpukat
Sangat tinggi	<i>Artchoke</i> , <i>snao bean</i> , <i>green onion</i> , <i>brussel sprout</i> , <i>cut flower</i>
Terlalu tinggi	Asparagus, brokoli, jamur pangan, <i>pea</i> , <i>spinach</i> , jagung manis.

Sumber: Winarno dan Jenie (1983)

Etilen merupakan senyawa organik hidrokarbon paling sederhana (C₂H₄) berupa gas dan berpengaruh terhadap proses fisiologis tanaman. Etilen dikategorikan sebagai hormon alami untuk penuaan dan pemasakan dan secara fisiologis sangat aktif dalam konsentarsi sangat

rendah (<0.005 uL/L) (Wills *et al.*, 1998). Klasifikasi komoditas hortikultura berdasarkan laju respirasi dengan memproduksi etilen dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi komoditas hortikultura berdasarkan laju produksi etilen

Klasifikasi laju produksi etilen	Jenis komoditas
Sangat rendah	<i>Artichoke</i> , asparagus, bunga kol, ceri, jeruk, delima, stroberi, sayuran daun, sayuran umbi, kentang, kebanyakan bunga potong
Rendah	<i>Blueberry</i> , <i>cranberry</i> , mentimun, terung, okra, zaitun, kesemek, nanas, labu, <i>raspberry</i> , semangka
Moderat	Pisang, jambu biji, melon, manga, tomat
Tinggi	Apel, <i>apricot</i> , alpukat, buah kiwi, <i>nectarine</i> , papaya, <i>peach</i> , plum
Sangat tinggi	Markisa, <i>sapote</i> , <i>cherimoya</i> , beberapa jenis apel

Sumber: Winarno dan Jenie (1983)

Etilen selama penyimpanan dapat berasal dari produk atau sumber lainnya. Sering selama pemasaran, beberapa jenis komoditas disimpan bersama, dan pada kondisi ini etilen yang dilepaskan oleh satu komoditas dapat merusak komoditas lainnya. Gas hasil bakaran minyak kendaraan bermotor mengandung etilen dan kontaminasi terhadap produk yang disimpan dapat menginisiasi pemasakan dalam buah dan memacu kemunduran pada produk non-klimakterik dan bunga-bunga atau bahan tanaman hias. Kebanyakan bunga potong sensitif terhadap etilen.

Aplikasi *Edible Coating* Antimikroba pada Buah

Aplikasi *edible coating* pada buah merupakan suatu metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan kontak dengan oksigen, sehingga proses pemasakan dan reaksi pencoklatan buah dapat diperlambat. Lapisan yang ditambahkan di permukaan buah tidak berbahaya bila ikut dikonsumsi bersama buah (Hwa *et al.*, 2009). Lapisan tersebut dapat mencegah hilangnya senyawa- senyawa volatil pada aroma atau *flavor* khas suatu produk pangan.

Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw)

Salak merupakan tumbuhan yang dapat tumbuh di dataran rendah sampai lebih dari 800 meter di atas permukaan laut. Salak menyukai tanah yang subur, gembur, dan lembap. Derajat keasaman yang cocok untuk budidaya salak adalah 4,5-7,5. Salak menyukai sinar matahari yang cukup tetapi tidak langsung. Cahaya optimal 70% dengan suhu harian rata-rata 20° - 30° C (Yeni, 2013).

Tumbuhan salak berupa palma berbentuk perdu atau hampir tidak berbatang, berduri banyak tumbuh menjadi rumpun yang rapat dan kuat. Batang menjalar di bawah atau di atas tanah, membentuk rimpang dan bulat, sering bercabang, diameter 10-15 cm. Daun majemuk menyirip, panjang 3-7 m, tangkai daun, pelepah dan anak daun berduri panjang, tipis dan banyak, warna duri coklat. Anak daun berbentuk lanset dengan ujung meruncing, berukuran sampai 8 x 85 cm, sisi bawah keputihan oleh lapisan lilin. Kebanyakan berumah dua, karangan bunga terletak dalam tongkol majemuk yang muncul di ketiak daun, bertangkai, mula-mula tertutup oleh seludang, yang belakangan mengering dan mengurai menjadi serupa serabut. Tongkol bunga jantan 50-100 cm panjangnya antara 7-15 cm, dengan banyak bunga kemerahan terletak di ketiak sisik-sisik yang tersusun rapat. Tongkol bunga betina 20-30 cm, bertangkai panjang. Buah tipe batu berbentuk segitiga agak bulat atau bulat telur terbalik runcing di pangkalnya dan membulat di ujungnya, panjang 2,5-10 cm, terbungkus oleh sisik-sisik berwarna kuning coklat sampai coklat merah mengkilap yang tersusun seperti genting, kuning krem sampai keputihan, berasa manis, asam, atau sepat. Biji 1-3 butir, coklat hingga kehitaman, keras 2-3 cm panjangnya (Widyaningrum, 2011).

A. Klasifikasi

Salak pondoh merupakan salah satu buah yang digemari masyarakat dan memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Salak pondoh merupakan tanaman asli Indonesia (Santoso, 1990). Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, salak diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Division	: Spermatophyta
Clasis	: Monocotyledoneae
Ordo	: Spodiciflarae
Family	: Palmae
Genus	: <i>Salacca</i>
Species	: <i>Salacca edulis</i> Reinw.

Kabupaten Banjarnegara, khususnya Kecamatan Sigaluh, Madukara dan Pagentan memiliki perkebunan salak yang luas, ukuran salak yang besar-besar dan telah menjadi ciri khas/buah tangan dari Kabupaten tersebut. Faktor pendukung tumbuhnya salak dipengaruhi oleh kondisi iklim dan tanah di sana. Salak tumbuh dengan baik di dataran rendah sampai ketinggian 500 m dari permukaan laut dengan tipe iklim basah (Idah, 2012). Buah salak pondoh dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Salak pondoh
Sumber: Idah, 2012

B. Jenis Salak

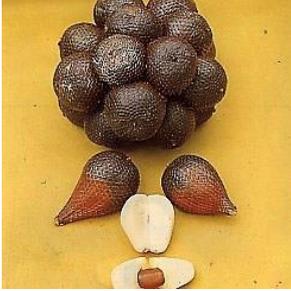
Jenis salak ada yang ditanam di perkebunan dan ada yang tumbuh liar. Salak liar di antaranya *Salacca dransfieldiana* JP Mo-gea; *S. magnifera* JP Moge; *S. minuta*; *S. multiflora* dan *S. romosiana*. Selain itu, masih dikenal pula salak liar lainnya seperti *Salacca rumphili*, *Wallich ex. Blume* yang juga disebut *S. wallichiana*, *C. Martus* yang disebut rakum/kumbar (populer di Thailand) sebagai pembuat masam segar pada masakan. Kumbar ini tidak berduri, bunganya berumah 2 (*dioecious*). Salak termasuk famili: Palmae (palem-paleman), monokotil, daun-daunnya panjang dengan urat utama kuat seperti pada kelapa yang disebut lidi. Seluruh bagian daunnya berduri tajam, batangnya pendek, lama-kelamaan meninggi sampai 3 m atau lebih, akhirnya roboh tidak mampu membawa beban mahkota daun terlalu berat (tidak sebanding dengan batangnya yang kecil).

Banyak varietas salak yang bisa tumbuh di Indonesia. Ada yang masih muda sudah terasa manis, Varietas unggul yang telah dilepas oleh pemerintah untuk dikembangkan ialah: salak pondoh, swaru, nglumut, enrekang, gula batu (Bali), dan lain-lain. Sebenarnya jenis salak yang ada di Indonesia ada 3 perbedaan yang menyolok, yakni: salak Jawa (*Salacca zalacca* (Gaertner) Voss) yang berbiji 2-3 butir, salak Bali (*Slacca*

amboinensis (Becc) Mogege) yang berbiji 1- 2 butir, dan salak Padang Sidempuan (*Salacca sumatrana* (Becc)) yang berdaging merah. Jenis salak itu mempunyai nilai komersial yang tinggi. Jenis-jenis buah salak di Indonesia disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Jenis-jenis buah salak di Indonesia

No.	Gambar	Keterangan
1.		<p>Golongan salak Jawa ditandai dengan ukuran buah kecil sampai sedang, bentuk bulat-lonjong, warna hitam-kuning, cita rasa manis, bersisik tipis, berduri, dan kadar air rendah.</p>
<p>Salak Jawa (<i>Salacca zalacca</i> (Gaertner) Voss)</p>		
2.		<p>Jenis buah salak ini besarnya sedang, dalam waktu lima bulan saja buah sudah masak. Buah yang masak berwarna merah coklat. Daging buah yang masak rasanya manis.</p>
<p>Salak Bali (<i>Slacca amboinensis</i> (Becc) Mogege)</p>		
3.		<p>Salak Padang Sidempuan berasal dari daerah Tapanuli Selatan. Ciri khas utama salak ini adalah daging buahnya yang berwarna merah. Rasa daging buahnya manis bercampur asam dan pada buah yang sudah tua rasa sepatnya hampir tidak ada.</p>
<p>Salak Padang Sidempuan (<i>Salacca sumatrana</i> (Becc))</p>		

No.	Gambar	Keterangan
4.		<p>Salak ini berasal dari daerah cagar budaya Condet, Jakarta Timur dan identik dengan masyarakat Betawi. Aroma salak ini paling harum dan tajam dibandingkan dengan salak jenis lain. Rasanya bervariasi, dari kurang manis sampai manis.</p>
5.		<p>Salak gula pasir merupakan salah satu kultivar dari salak Bali. Kelebihan salak ini adalah rasa daging buahnya yang sangat manis. Manis buah salak gula pasir tinggi hingga mendekati kemanisan gula.</p>
6.		<p>Jenis buah salak ini kecil-kecil, tetapi memiliki daging buah yang rasanya manis. Daging buahnya tipis sampai agak tebal dengan warna putih susu. Bila buah sudah masak betul (masir) rasa tersebut akan sedikit berkurang. Pada umumnya salak pondoh dijual bersama tangkainya dalam tandan.</p>
7.		<p>Salak ini berasal dari daerah Manonjaya, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. Kulit buah salak manonjaya terdiri atas susunan sisik yang sangat halus. Kulit buah salak ini termasuk yang paling tebal dibandingkan dengan jenis salak lainnya.</p>

Salak manonjaya

Sumber dirangkum oleh Nuryanti (2018)

Buah salak akan matang dengan sempurna dan layak dikonsumsi pada umur enam bulan sejak mekarnya bunga salak. Salak yang dipanen pada umur ini akan berasa manis dan pada beberapa jenis buahnya akan masir. Namun untuk jenis salak tertentu seperti salak pondoh dan salak Bali, umur panen tidak begitu mempengaruhi rasanya. Kedua jenis salak tersebut tidak memiliki rasa sepat sejak masih muda, sehingga pekebun dapat memanen sebelum terlalu tua.

C. *Kandungan Gizi*

Buah salak umumnya dimakan dalam bentuk segar, asinan atau manisan di dalam kaleng. Menurut Hastuti dan Ari (1988), karakteristik buah salak pondoh memiliki ukuran yang relatif lebih kecil, bertekstur keras, warna daging buah putih dan kuli berwarna hitam. Bentuk buah salak pondoh hampir bulat dengan rasanya yang manis dan biji yang kecil (Sabari 1983). Bagian buah yang dapat dimakan setelah dianalisis mengandung vitamin dan zat-zat yang dibutuhkan tubuh manusia, seperti yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kandungan zat gizi tiap 100 gram buah salak dari bagian yang dapat dimakan

Kandungan gizi	Jumlah
Energi(kilokalori)	77,0
Protein (g)	0,4
Lemak (g)	0
Karbohidrat (g)	20,9
Kalsium (mg)	28
Fosfor (mg)	18
Zat besi (mg)	4,2
Vitamin B1 (mg)	0,004
Vitamin C (mg)	2
Air (g)	78

Sumber: Dinas Pertanian Tanaman Pangan DI Yogyakarta, 1989.

D. *Mutu Buah Salak*

Buah salak termasuk ke dalam jenis buah nonklimaterik. Buah nonklimaterik harus dipanen saat matang di pohonnya. Buah salak dibagi menjadi 3 bagian, yaitu kulit luar, daging buah (diselimuti kulit ari), dan bagian biji. Kulit buah salak bersisik yang tersusun rapi dan ditumbuhi duri-duri halus. Jika sudah matang berwarna coklat tua sampai hitam. Kulit ari yang

menyelimuti buah salak cenderung agak putih transparan (Suter, 1988). Kulit ari buah salak dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Kulit ari salak
Sumber: Istanto (2006)

Pemanenan salak ini sebaiknya memperhatikan faktor pengangkutan. Bila buah salak yang dihasilkan akan segera dikonsumsi, pemetikan bisa dilakukan saat buah matang sempurna. Adapun bila buah salak akan dijual dan mengalami pengangkutan dan penyimpanan yang lama, sebaiknya buah salak dipetik waktu kematangan 80 % (5–5.5 bulan setelah bunga mekar). Ciri buah yang sudah tua dan siap panen yaitu susunan sisik kulit buah jarang, secara umum warna kulit buah kuning tua atau coklat kemerahan, kulit buah mengkilap, rambut atau duri halus pada buah sudah hilang, bagian ujung buah yang runcing sudah terasa lunak bila ditekan dan buah salak mudah terkelupas dari tangkainya (Sutoyo dan Suprpto 2010).

Sama halnya dengan komoditas hortikultura lain buah salak mudah mengalami kerusakan dan memiliki umur simpan yang pendek. Kerusakan ditandai bau busuk dan daging buah menjadi lembek serta berwarna kecoklat-coklatan. Setelah dipanen buah salak masih meneruskan proses hidupnya berupa proses fisiologis (perubahan warna, pernafasan, proses biokimia dan perombakan fungsional dengan adanya pembusukan mikroorganisme). Oleh sebab itu, diperlukan penanganan pascapanen agar umur simpan salak pondoh lebih lama. Secara umum penanganan pascapanen salak pondoh terdiri atas pengumpulan, sortasi dan *grading*, pengemasan dan pengangkutan (Prihatman, 2000).

Salak mudah mengalami kerusakan pascapanen, sehingga harus ditangani dengan benar. Pengemasan mempengaruhi masa simpan dari salak. Oleh karena itu, beberapa pengepul atau pedagang telah menggunakan kemasan untuk salak, contohnya plastik keranjang bambu, jaring nilon, dan *styrofoam*. Pada era sekarang, metode pengemasan terbaru adalah *edible coating*. *Edible coating* tersebut dapat memperpanjang masa simpan salak dan bersifat *food grade*.

E. Aplikasi Edible Coating terhadap Variabel Kimia dan Sensoris Salak Pondoh

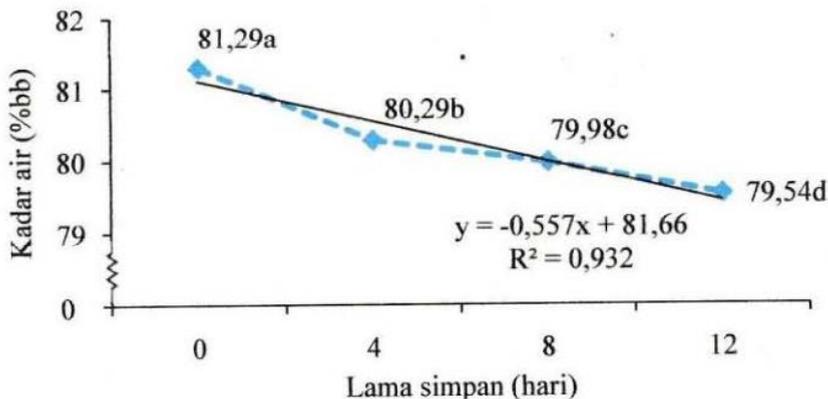
1. Variabel Kimia

Variabel kimia yang dianalisis pada produk salak yang diaplikasikan *edible coating* kecombrang, meliputi kadar air, kadar gula reduksi, total asam, dan derajat keasaman (pH).

1.1. Kadar Air

Selama penyimpanan, perlakuan lama simpan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air salak pondoh yang dilakukan *coating*. Adapun perlakuan jenis ekstrak bagian kecombrang, konsentrasi CMC dan interaksi antar perlakuan tidak berpengaruh nyata.

Nilai rata-rata kadar air salak pondoh dari perlakuan masa simpan 0, 4, 8, dan 12 hari berturut-turut, yaitu 81,29%; 80,29%; 79,98%; 79,54% (Gambar 23). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air paling tinggi diperoleh dari lama simpan 0 hari sebesar 81,29%. Kadar air semakin menurun setiap periode penyimpanan, sedangkan kadar air paling rendah diperoleh dari lama simpan 12 hari sebesar 79,54%. Hubungan antara lama simpan dan kadar air salak pondoh mengikuti pola persamaan regresi $y = -0,557x + 81,66$ dengan $R^2 = 0,932$.



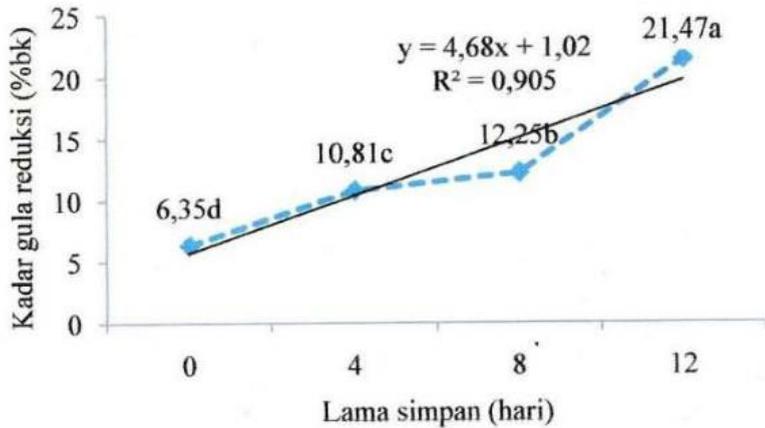
Gambar 23. Nilai rata-rata kadar air salak pondoh pada perlakuan jenis lama simpan yang berbeda.
 Sumber: Istanto (2006)

Kadar air merupakan salah satu faktor yang mengidentifikasi adanya penurunan mutu buah. Penurunan kadar air dipengaruhi oleh respirasi dan transpirasi. Apandi (1984), menyatakan bahwa penurunan kadar air disebabkan oleh penguapan air melalui pori-pori buah, hasil dari proses respirasi maupun proses transpirasi. Hal tersebut sesuai dengan Winarno (1981) yang menyatakan bahwa respirasi merupakan proses metabolisme dengan cara menggunakan O_2 dalam pembakaran senyawa yang lebih kompleks (pati, gula, protein, lemak dan asam organik). Proses tersebut menghasilkan molekul yang lebih sederhana, yaitu CO_2 dan H_2O serta menghasilkan energi yang dapat digunakan oleh sel untuk reaksi sintesis. Adapun transpirasi merupakan hilangnya air dalam bentuk uap air melalui proses penguapan.

1.2. Kadar Gula Reduksi

Nilai rata-rata kadar gula reduksi salak pondoh pada penyimpanan 0, 4, 8, dan 12 hari berturut-turut 6,35%bk; 10,81%bk; 12,25%bk; dan 21,47%bk. Kadar gula reduksi paling rendah diperoleh dari lama simpan 0 hari sebesar 6,35%bk. Kadar gula reduksi semakin meningkat seiring semakin lama periode penyimpanan. Hubungan antara lama simpan dan kadar gula reduksi salak pondoh mengikuti pola persamaan regresi $y=$

$4,68x+1,02$ dengan $R^2= 0,905$. Nilai rata-rata gula reduksi salak pondoh pada perlakuan jenis lama simpan dapat dilihat pada Gambar 24.



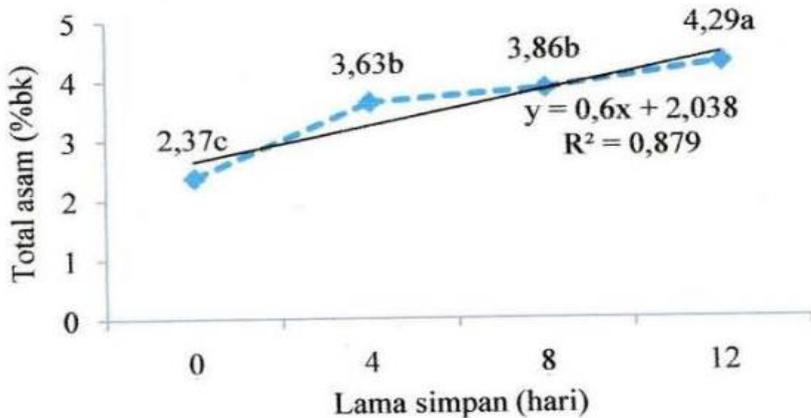
Gambar 12. Nilai rata-rata gula reduksi salak pondoh pada perlakuan jenis lama simpan yang berbeda.

Sumber: Istanto (2006)

Semakin lama penyimpanan menghasilkan kandungan gula reduksi yang semakin meningkat. Kenaikan kadar gula reduksi disebabkan aktivitas glukoamilase yang mampu memecah pati menjadi glukosa (Lacey *et.al*, 1998).

1.3. Total Asam

Total asam paling rendah diperoleh dari lama simpan 0 hari sebesar 2,35%bk. Kadar total asam meningkat seiring semakin lama periode penyimpanan. Kadar total asam paling tinggi diperoleh dari lama simpan 12 hari sebesar 4,29%bk. Hubungan antara lama simpan dan kadar total asam salak pondoh memiliki pola regresi $y= 0,6x+2,038$ dengan $R^2= 0,879$. Nilai rata-rata total asam salak pondoh pada perlakuan jenis lama simpan dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Nilai rata-rata total asam salak pondoh pada perlakuan jenis lama simpan yang berbeda.

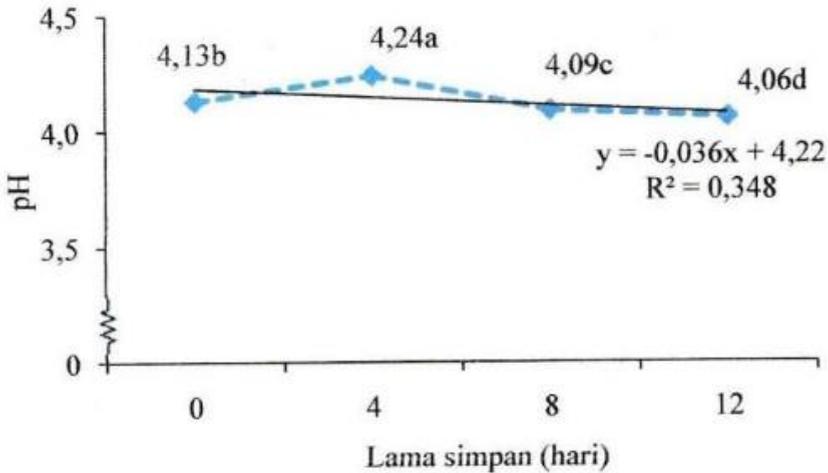
Sumber: Istanto (2006)

Peningkatan kandungan total asam seiring dengan semakin lamanya periode penyimpanan buah salak pondoh. Alasannya karena salak pondoh mengalami hidrolisis pati. Sejalan dengan pendapat Pantastico (1986), peningkatan total asam terjadi akibat pati yang terhidrolisis menjadi gula-gula sederhana yang selanjutnya diubah menjadi asam-asam organik sehingga menyebabkan kenaikan total asam salak pondoh. Selain itu, asam organik yang terbentuk dapat juga berasal dari degradasi protein dan gula saat respirasi berlangsung. Mikroba pun berperan dalam kenaikan total asam pada salak pondoh karena mikroba dapat menghasilkan asam selama proses metabolismenya. Asam-asam organik yang dominan pada buah salak pondoh di antaranya asam suksinat, asam adipat, asam malat, dan asam sitrat (Suter, 1988).

1.4. Derajat Keasaman (pH)

Lama simpan memiliki pengaruh yang nyata terhadap nilai pH salak pondoh yang di-coating, sedangkan perlakuan jenis ekstrak kecombrang, konsentrasi CMC dan interaksi antar-perlakuan tidak berpengaruh nyata. Nilai pH salak pondoh pada lama simpan 0, 4, 8 dan 12 hari berturut-turut 4,13; 4,24; 4,09, dan 4,06. Nilai rata-rata pH buah salak pondoh pada

perlakuan jenis masa simpan dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26. Nilai rata-rata pH buah salak pondoh pada perlakuan jenis masa simpan yang berbeda. Sumber: Istanto (2006)

Nilai pH paling rendah diperoleh pada lama simpan 12 hari sebesar 4,06 dan nilai pH paling tinggi pada lama simpan 4 hari sebesar 4,24. Berdasarkan data yang ada, nilai pH meningkat sampai lama simpan 4 hari kemudian menurun sampai lama simpan 8 dan 12 hari. Hal tersebut karena selama penyimpanan salak masih mengalami metabolisme. Selama penyimpanan buah masih mengalami metabolisme berupa perubahan asam malat menjadi asam sitrat sampai sumber energi (ATP) habis (Tranggono dan Sutardi, 1990).

Selain itu, penurunan pH dapat disebabkan oleh aktivitas mikroba. Buckle (2007), menyatakan bahwa mikroba khususnya bakteri dapat mengubah gula menjadi asam laktat atau campuran asam-asam laktat, asetat, propionate dan butirat, bersama dengan karbondioksida dan hidrogen.

2. Variabel Sensori

Salak pondoh yang disalut dengan *coating* dari kecombrang telah dianalisis sifat sensorinya oleh panelis semi terlatih. Hasilnya pun cukup bagus. Dari aspek aroma alkohol,

tekstur, rasa manis dan kesukaan salah satu perlakuan, menunjukkan bahwa penambahan *edible coating* pada salak masih diterima oleh panelis, sehingga layak untuk dikonsumsi.

2.1. Aroma Alkohol

Skor aroma alkohol salak pondoh berkisar antara 3,87 (tidak kuat) sampai 2,23 (kuat)(Gambar 9). Kombinasi perlakuan K2C0L0 memiliki nilai aroma alkohol tertinggi, yaitu 3,87 (tidak kuat) dan terendah ialah K1C0L3 (kuat). Aroma alkohol buah salak pondoh yang dilakukan *coating* dapat bertahan dan memiliki tingkat penerimaan panelis sampai lama simpan 8 hari dengan nilai rata-rata 3 (agak kuat). Nilai rata-rata aroma alkohol buah salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Gambar 27.



Keterangan:

- | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-----------------|
| K1= ekstrak batang bagian dalam | L0= penyimpanan 0 hari | 1 = Sangat kuat |
| K2= ekstrak daun kecombrang | L1= penyimpanan 4 hari | 2 = Kuat |
| C0= konsentrasi CMC 0% | L2= penyimpanan 8 hari | 3 = Agak kuat |
| C1= konsentrasi CMC 1% | L3= penyimpanan 12 hari | 4 = Tidak kuat |
| C2= konsentrasi CMC 2% | | |
| C3= konsentrasi CMC 3% | | |

Gambar 27. Nilai rata-rata aroma alkohol buah salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan. Sumber: Istanto (2006)

Aroma alkohol terendah dipengaruhi oleh *coating* tanpa penambahan CMC (0%). Nilai aroma alkohol salak pondoh yang dilakukan *coating* tanpa CMC, semakin lama disimpan semakin menurun, artinya aroma alkohol semakin terdeteksi. Hal tersebut karena tanpa adanya penambahan CMC mengakibatkan formula ekstrak

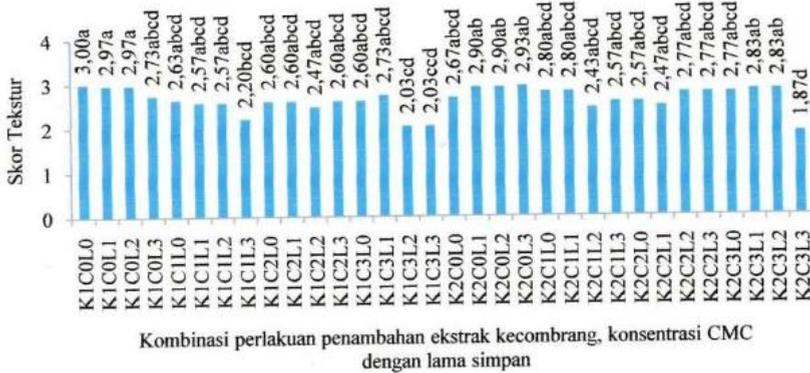
kecombrang tidak dapat melapisi buah secara sempurna. Pada perlakuan lama simpan sampai 12 hari dan tanpa CMC buah salak akan mengalami kematangan dengan cepat akibat penyimpanan, sehingga aroma buah berubah.

Aroma yang ditimbulkan oleh buah berasal dari asam-asam organik yang terdapat di dalamnya. Buah matang akan menimbulkan bau yang khas karena setiap buah akan tergantung dari senyawa penyusunnya. Senyawa- senyawa yang umum ditemukan adalah ester-ester alkohol alifatik dan asam-asam lemak berantai pendek (Niam, 2009).

2.2. Tekstur

Skor tekstur salak buah pondoh berkisar antara 3,00 (keras) sampai 1,87 (agak keras). Tekstur buah salak pondoh yang dilakukan coating dapat bertahan dan memiliki tingkat penerimaan panelis sampai lama simpan 12 hari yang memiliki skor rata-rata 2 (agak keras). Namun, buah salak pondoh yang dilakukan *coating* dengan penambahan CMC 3% memiliki skor tekstur yang semakin rendah. Hal itu berarti tekstur salak buah pondoh mengalami penurunan tingkat kekerasan. Hal tersebut diduga karena penambahan CMC 3% menghasilkan formula *coating* yang sangat pekat, sehingga pori-pori salak pondoh tertutup rapat. Nilai rata-rata tekstur buah salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Gambar 28.

Tekstur buah salak pondoh selama penyimpanan menunjukkan penurunan tingkat kekerasan. Penurunan tingkat kekerasan berkaitan dengan senyawa pektin yang terdapat pada buah salak, senyawa protopektin yang semula tidak larut akan berubah menjadi asam pektat atau pektin. Oleh karena itu tekstur salak akan mengalami penurunan kekerasan. Selain itu, diduga karena selama penyimpanan, kandungan air dalam buah akan semakin berkurang, sehingga mengakibatkan perubahan tekstur pada salak pondoh. Penurunan kekerasan juga dapat terjadi karena perubahan zat pektin, yang tidak larut dalam air terhidrolisis, menjadi asam pektat yang mudah larut dalam air (Winarno dan Aman, 1981).



Keterangan:

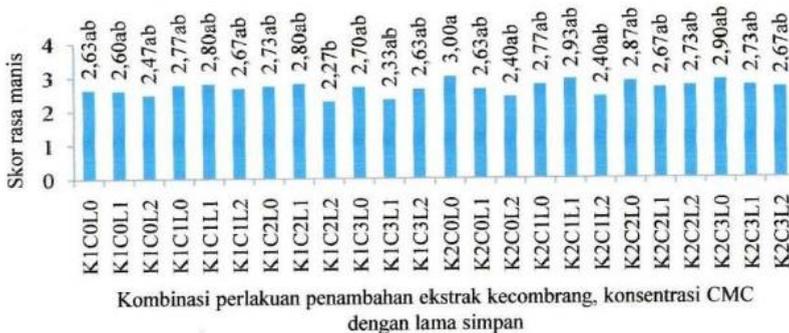
- | | | |
|---------------------------------|-------------------------|------------------|
| K1= ekstrak batang bagian dalam | L0= penyimpanan 0 hari | 1 = Tidak keras |
| K2= ekstrak daun kecombrang | L1= penyimpanan 4 hari | 2 = Agak keras |
| C0= konsentrasi CMC 0% | L2= penyimpanan 8 hari | 3 = Keras |
| C1= konsentrasi CMC 1% | L3= penyimpanan 12 hari | 4 = Sangat keras |
| C2= konsentrasi CMC 2% | | |
| C3= konsentrasi CMC 3% | | |

Gambar 28. Nilai rata-rata tekstur buah salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan.

Sumber: Istanto (2006)

2.3. Rasa Manis

Skor rasa manis salak pondoh berkisar antara 3,00 (manis) sampai 2,27 (agak manis). Kombinasi perlakuan K2C0L0 memiliki skor rasa manis tertinggi yaitu 3,00 (manis). Adapun skor rasa manis terendah pada kombinasi K1C1L2, yaitu 2,27 (agak manis). Nilai rata-rata rasa manis buah salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Gambar 29.



Keterangan:

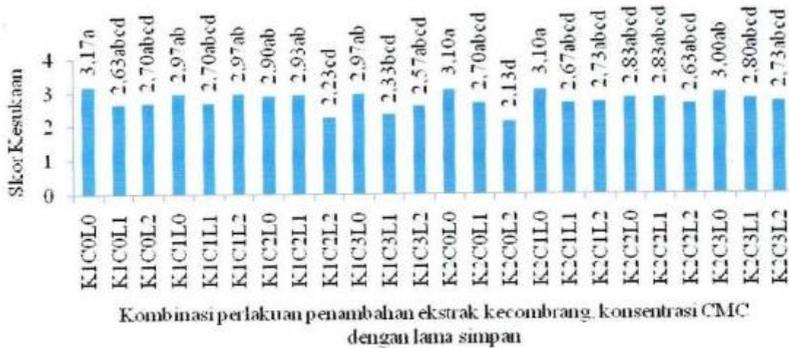
K1= ekstrak batang bagian dalam	L0= penyimpanan 0 hari	1 = Tidak manis
K2= ekstrak daun kecombrang	L1= penyimpanan 4 hari	2 = Agak manis
C0= konsentrasi CMC 0%	L2= penyimpanan 8 hari	3 = Manis
C1= konsentrasi CMC 1%	L3= penyimpanan 12 hari	4 = Sangat manis
C2= konsentrasi CMC 2%		
C3= konsentrasi CMC 3%		

Gambar 139. Nilai rata-rata rasa manis buah salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan. Sumber: Istanto (2006)

Salak pondoh dengan *coating* dapat bertahan dan memiliki tingkat penerimaan sampai lama simpan 8 hari. Hari ke-12 kondisi salak sudah tidak layak untuk dikonsumsi. Secara kenampakan, salak pondoh yang disimpan 12 hari masih bagus, tetapi aroma alkohol sudah cukup kuat. Rasa adalah parameter yang sangat mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap bahan atau produk. Rasa buah salak didominasi oleh gula dan asam. Semakin lama umur simpan, tingkat kemanisan salak akan semakin menurun.

2.4. Kesukaan

Perlakuan K1C0L0 memiliki tingkat kesukaan tertinggi, yaitu 3,17 (enak), sedangkan nilai terendah pada perlakuan K2C0L2, yaitu 2,13 (agak suka). Nilai rata-rata kesukaan salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Gambar 30.



Keterangan:

- | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-----------------|
| K1= ekstrak batang bagian dalam | L0= penyimpanan 0 hari | 1 = Tidak suka |
| K2= ekstrak daun kecombrang | L1= penyimpanan 4 hari | 2 = Agak suka |
| C0= konsentrasi CMC 0% | L2= penyimpanan 8 hari | 3 = Suka |
| C1= konsentrasi CMC 1% | L3= penyimpanan 12 hari | 4 = Sangat suka |
| C2= konsentrasi CMC 2% | | |
| C3= konsentrasi CMC 3% | | |

Gambar 30. Nilai rata-rata kesukaan buah salak pondoh pada berbagai kombinasi perlakuan.

Sumber: Istanto (2006)

Tingkat kesukaan salak pondoh yang dilakukan coating dapat bertahan dan diterima panelis sampai waktu penyimpanan 8 hari dengan skor kesukaan rata-rata 2 (agak suka). Pengujian untuk tingkat kesukaan sampai 12 ternyata mempengaruhi panelis. Selama lama penyimpanan, aroma alkohol semakin kuat. Panelis sudah tidak mau mencicipi salak pondoh yang disimpan sampai 12 hari.

Tingkat kesukaan sangat dipengaruhi oleh subjektivitas panelis yang menilai, semakin lama umur simpan, daya terima panelis akan semakin menurun. Penurunan kesukaan panelis bisa dipengaruhi oleh kombinasi penilaian terhadap aroma alkohol, tekstur dan rasa manis salak pondoh yang dilakukan *coating*. Oleh karena itu, hal tersebut dapat mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap salak pondoh yang diujikan.

Stroberi

Stroberi adalah salah tanaman buah subtropis yang dapat beradaptasi dengan baik di dataran tinggi tropis dengan ketinggian 1.000–1.500 mdpl dan curah hujan 600–700 mm/tahun. Stroberi dapat tumbuh di daerah yang memiliki suhu sekitar 22-28°C dengan sinar matahari yang tidak terlalu panas dan kelembapan udara antara 80-90%. Selain itu, lama penyinaran matahari sekitar 8-10 jam/hari (Budiman *et al.*, 2006).

Tanaman stroberi merupakan tanaman buah berupa herba yang ditemukan pertama kali di Chili, Amerika. Salah satu spesies tanaman stroberi yaitu *Fragaria chiloensis* L. menyebar ke berbagai Negara Amerika, Eropa dan Asia. Selanjutnya spesies lain, yaitu *Fragaria vesca* L. lebih menyebar luas dibandingkan spesies lainnya. Jenis stroberi ini pula yang pertama kali masuk ke Indonesia. Stroberi yang ditemukan di pasar swalayan adalah hibrida yang dihasilkan dari persilangan *Fragaria virginiana* L. var Duchesne asal Amerika Utara dan *Fragaria Chiloensis* L. var Duchesne asal Chili. Persilangan itu menghasilkan hibrida yang merupakan stroberi modern (komersil) *Fragaria x annanassa* var Duchesne (Darwis, 2007). Buah stroberi dapat dilihat pada Gambar 31.



Gambar 31. Buah stroberi
Sumber: google.com

Daya tarik buah stroberi ada pada warnanya yang merah mencolok dan segar. Stroberi menjadi buah yang kaya akan manfaat karena mengandung berbagai vitamin dan mineral serta senyawa *ellagic acid*. Zat tersebut berperan penting sebagai antikarsinogen dan antimugen yang sangat penting untuk kesehatan manusia. Buah stroberi baik untuk kesehatan tubuh. Stroberi memiliki aktivitas antioksidan tinggi karena mengandung zat *quercetin*, *ellagic acid*, antosianin, dan kaempferol.

A. *Klasifikasi*

Stroberi adalah tanaman subtropis yang dapat beradaptasi baik di dataran tinggi tropis yang memiliki temperature 17-20 derajat C dan disertai curah hujan 600-700 mm/tahun. Stroberi juga membutuhkan kelembapan udara yang baik untuk pertumbuhannya yang berkisar antara 80-90%. Adapun lama penyinaran cahaya matahari yang dibutuhkannya sekitar 8-10 jam setiap harinya.

Menurut Gembong, (1985) tanaman stroberi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo (bangsa)	: Rosales
Famili (suku)	: Rosaideae
Subfamili	: Rosaceae
Genus (marga)	: <i>Fragaria</i>
Spesies	: <i>Fragaria</i> sp

Buah stroberi yang dikenal sebenarnya adalah buah semu, bukan buah yang sebenarnya. Buah stroberi yang dikenal masyarakat selama ini adalah reseptakel atau jaringan dasar bunga yang membesar. Buah yang sebenarnya adalah biji-biji kecil berwarna putih yang disebut dengan *achen*. *Achen* berasal dari sel kelamin betina yang telah diserbuki dan kemudian berkembang menjadi buah kerdil. *Achen* menempel pada permukaan reseptakel yang membesar (Setiani, 2007). Biji stroberi berukuran kecil, pada setiap buah menghasilkan banyak biji. Biji berukuran kecil terletak di antara daging buah. Pada skala penelitian atau pemuliaan tanaman biji merupakan alat perbanyakan tanaman secara generatif (Rukmana, 1998).

B. *Kandungan Gizi*

Buah stroberi yang berwarna merah disebabkan buah ini kaya pigmentasi warna antosianin dan tinggi antioksidan, selain itu juga stroberi kaya akan serat, rendah kalori, mengandung vitamin C, folat, potassium, serta asam ellagik (Kinanti, 2010). Menurut Khairuzzaman (2009), stroberi memiliki kandungan yang berkhasiat bagi kesehatan manusia, yaitu:

- a. Flavonoid, sebagai antioksidan dan senyawa antibakteri yang dapat mencegah terjadinya karies gigi.

- b. Asam malat, sebagai zat yang akan mengikis dan menghilangkan noda pada permukaan gigi.
- c. Vitamin C, untuk memelihara jaringan sel pada tubuh, menjaga kesehatan gigi dan gusi, serta mempercepat proses penyembuhan luka.
- d. Kandungan vitamin A, C, E dan asam *ellagic*, berfungsi melumpuhkan sel kanker dalam tubuh.
- e. Antioksidan, berfungsi melindungi tubuh dari serangan kanker. Kandungan antioksidan dalam stroberi tetap tinggi meskipun telah diolah menjadi bentuk lain.
- f. Potasium dan zat besi, sangat efektif untuk menekan tekanan darah tinggi dan membuat lebih seimbang.

Asam folat dan serat, cukup efektif mengurangi kadar kolesterol di dalam tubuh, dan mencegah penyakit jantung. Folat dalam pembentukan DNA, pertumbuhan jaringan dan fungsi sel dalam tubuh, serta membantu vitamin B12 dalam pembentukan sel darah merah.

Kandungan vitamin C yang cukup tinggi, yaitu 60 mg per 100 g semakin menambah manfaat buah stroberi sebagai sumber antioksidan. Antioksidan berperan sebagai pelindung tubuh dari radikal bebas dan mencegah terbentuknya senyawa karsinogen, sehingga dapat mencegah tumor dan kanker (Budiman *et al.*, 2006). Tabel kandungan gizi stroberi disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Kandungan gizi buah stroberi per 100 g berat buah

Kandungan gizi	Nilai satuan
Energi (kkal)	37
Protein (g)	0,8
Lemak (g)	0,5
Karbohidrat (g)	8,0
Kalsium (mg)	28
Fosfat (mg)	27
Zat besi (mg)	0,8
Vitamin A (SI)	60
Vitamin B (mg)	003
Vitamin C (mg)	60
Air (g)	89,9

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1981.

Buah stroberi setelah lima bulan baru bisa dipanen. Satu tanaman dapat berbuah rata-rata 15 butir dengan berat rata-rata 1,5 ons/tanaman. Pemanenan dapat dilakukan setelah 15 hari sekali. Bunga akan tumbuh kembali setelah mencapai 1 minggu.

Ketika buah pertama dipanen, buah berikutnya sudah hampir matang. Ciri-ciri buah siap panen, antara lain kulit buah didominasi warna merah, hijau kemerahan, hingga kuning kemerahan. Pemanenan dapat dilakukan saat buah berumur 2 minggu sejak pembungaan atau 10 hari setelah awal pembentukan buah. Pada umur tersebut buah sudah cukup tua dan sebagian besar sudah berwarna merah merata. Pemetikan buah sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore saat cuaca tidak terlalu terik oleh matahari. Sebab, dalam keadaan panas stroberi akan mudah lembek dan busuk yang pada akhirnya dibuang (Budiman *et al.*, 2006).

C. Penurunan Mutu Buah Stroberi

Buah stroberi menjadi salah satu produk hortikultura dengan prospek yang cukup baik dari segi ekonomi dan komoditas unggulan yang prospektif karena dari tahun ke tahun produksinya terus meningkat. Namun, permasalahan yang dihadapi adalah ketersediaan buah, teknik penanganan pascapanen, sistem distribusi, dan pengendalian mutu buah. Mutu buah berangsur-angsur turun sejalan dengan proses transpirasi, respirasi, dan perubahan fisik serta biokimia lain yang terjadi. Selama proses penyimpanan, buah akan mengalami perubahan fisik antara lain: perubahan tekstur, susut berat, dan kadar air.

Umumnya, stroberi dipasarkan pada suhu ruang dengan kemasan plastik atau mika biasa. Cara pemasaran ini akan berpengaruh pada kecepatan penurunan mutu buah dan masa simpannya, serta berpengaruh pada ketersediaan dan pemasaran buah. Setelah dipanen, buah stroberi masih mengalami proses pengangkutan dan penyimpanan. Pada proses ini terjadi metabolisme dengan menggunakan cadangan makanan yang terdapat di dalam buah. Berkurangnya cadangan makanan tersebut tidak dapat digantikan karena buah sudah terpisah dari pohonnya. Hal itu akan mempercepat proses hilangnya nilai gizi buah dan mempercepat proses *senescence* (Willes, 2000). Contoh kerusakan yang terjadi pada buah stroberi dapat dilihat pada Gambar 32.



Gambar 32. Kerusakan pada buah stroberi
Sumber: google.com

Kerusakan buah stroberi dipengaruhi oleh difusi gas ke dalam dan luar buah yang terjadi melalui lentisel yang tersebar di permukaan buah. Secara alami kerusakan buah dihambat oleh lapisan lilin yang terdapat di permukaan buah. Namun, lapisan lilin tersebut dapat berkurang atau hilang akibat pencucian yang dilakukan pada saat penanganan pascapanen. Salah satu cara untuk mempertahankan mutu dan umur simpan buah-buahan adalah dengan penyimpanan suhu rendah dan penyimpanan pada kondisi atmosfer terkendali. Metode ini memerlukan biaya investasi yang tinggi. Metode lain yang lebih praktis adalah dengan meniru mekanisme atmosfer terkendali, yaitu dengan penggunaan bahan pelapis (*coating*) (Nasution, 2012).

Lapisan yang ditambahkan di permukaan buah ini tidak berbahaya bila ikut dikonsumsi bersama buah. Buah stroberi memiliki umur simpan yang sangat singkat. Buah stroberi yang dilapisi kitosan udang memiliki umur simpan yang lebih panjang 3 hari lebih lama dari buah stroberi tanpa dilapisi kitosan. Adapun buah stroberi yang dilapisi kitosan kepiting memiliki umur simpan lebih lama satu hari dari buah stroberi yang dilapisi kitosan udang.

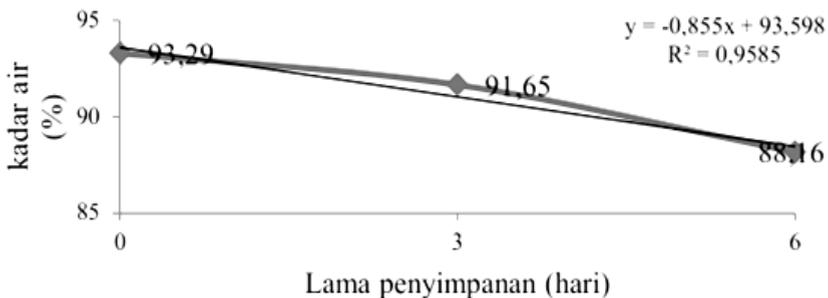
D. Aplikasi Edible Coating terhadap Variabel Kimia, Mikrobiologi, dan Sensoris Buah Stroberi Ber-Edible Coating

1. Variabel Kimia

Variabel kimia yang diamati pada produk buah stroberi yang diaplikasikan *edible coating* kecombrang, meliputi kadar air, kadar abu, derajat keasaman (pH), total asam, dan kadar gula reduksi.

1.1. Kadar Air

Lama penyimpanan dan ekstrak bagian kecombrang buah stroberi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air (%). Selain itu interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar air (%) buah stroberi. Hubungan lama penyimpanan dengan kadar air (%) buah stroberi mengikuti pola persamaan regresi $y = -0,855x + 93,59$. Kadar air buah stroberi hari ke-0 (kontrol), hari ke-3, dan hari ke-6 serta ekstrak bagian kecombrang secara berturut-turut 93,29%; 91,65%; 88,16%. Nilai rata-rata kadar air (%) buah stroberi pada perlakuan pengaruh lama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 33.



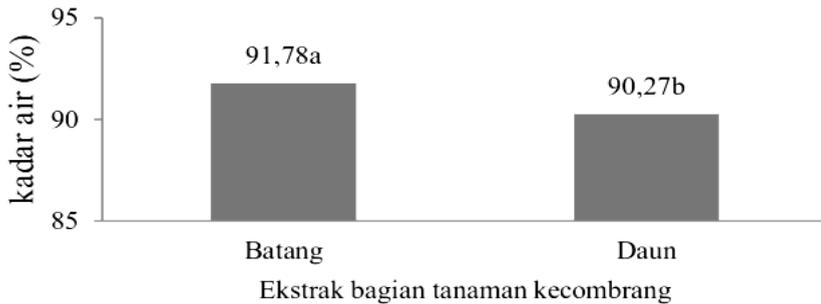
Gambar 33. Nilai rata-rata kadar air (%) buah stroberi pada perlakuan pengaruh lama penyimpanan.

Sumber: Nila (2016)

Selama penyimpanan, buah stroberi dengan *coating* kecombrang mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan selama penyimpanan air yang terdapat dalam sampel mengalami respirasi. Menurut Apandi (1984), penurunan kadar air diakibatkan oleh penguapan air melalui pori-pori daging buah, baik melalui proses respirasi maupun proses transpirasi. Pantastico (1993) menyatakan bahwa kandungan O_2 yang rendah dan peningkatan konsentrasi CO_2 dapat menunda sintesis enzim-enzim yang berperan dalam respirasi. Apabila terjadi demikian, maka proses respirasi akan terhambat dan kadar air dalam bahan menurun. Hasil penelitian ini didukung oleh Alshendra (2012) bahwa kadar air buah potong melon dan stroberi

semakin menurun akibat semakin lamanya waktu penyimpanan.

Pengaruh perlakuan *edible oating* penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air buah stroberi. Kadar air stroberi perlakuan *edible coating* ekstrak bagian batang dan daun berturut-turut 91,78% dan 90,27%. Nilai rata-rata kadar air (%) buah stroberi pada perlakuan pengaruh ekstrak bagian tanaman kecombrang dapat dilihat pada Gambar 34.

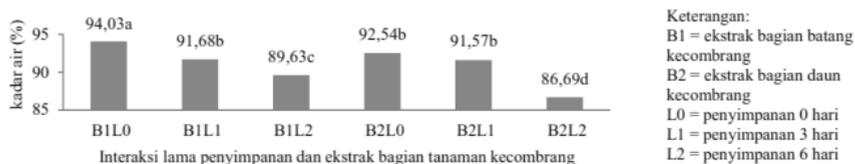


Gambar 34. Nilai rata-rata kadar air (%) buah stroberi pada perlakuan pengaruh ekstrak bagian tanaman kecombrang.

Sumber: Nila (2016)

Buah stroberi dengan perlakuan *edible coating* ekstrak bagian tanaman berupa daun kecombrang memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan ekstrak bagian batang kecombrang. Hal ini disebabkan bagian batang tanaman yang digunakan adalah bagian empulur batang kecombrang yang memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan bagian daun kecombrang. Kadar air stroberi dari perlakuan *coating* dengan ekstrak bagian batang dan daun berturut-turut 91,78% dan 90,27%.

Pengaruh interaksi lama penyimpanan dan ekstrak bagian tanaman kecombrang terhadap kadar air buah stroberi dapat dilihat pada Gambar 35.



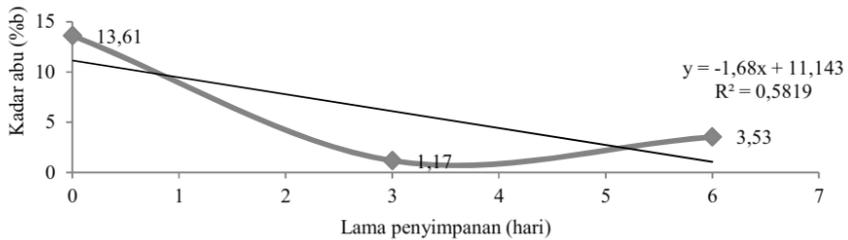
Gambar 35. Nilai rata-rata kadar air (%) buah stroberi pada perlakuan pengaruh interaksi lama penyimpanan dan ekstrak bagian tanaman kecombrang.

Sumber: Nila (2016)

Perlakuan interaksi lama penyimpanan dan *edible coating* dari ekstrak bagian batang terhadap stroberi pada hari ke-0, ke-3, ke-6 berbeda nyata. Nilai rata-rata kadar air buah stroberi berturut-turut 94,03%; 91,68%; 89,63%; sedangkan perlakuan interaksi lama penyimpanan dan *edible coating* ekstrak bagian daun, hari ke-6 berbeda nyata terhadap lama penyimpanan hari ke-0 dan hari ke-3. Nilai rata-rata kadar air buah stroberi berturut-turut 92,54%; 91,57%; 86,69%. Menurut Muchtadi dan Sugiyono (1992), kehilangan air pada produk segar dapat menurunkan mutu dan menimbulkan kerusakan. Kehilangan air disebabkan sebagian air dalam jaringan bahan menguap atau terjadi transpirasi. Kehilangan air yang tinggi akan menyebabkan terjadinya pelayuan dan kekeriputan buah. Suhardjo (1992), menyatakan, transpirasi pada buah menyebabkan ikatan sel menjadi longgar dan ruang udara menjadi besar seperti mengeriput. Keadaan sel demikian menyebabkan perubahan volume ruang udara, tekanan turgor, dan kekerasan buah.

2. Kadar Abu

Penentuan kadar abu bertujuan mengetahui banyaknya kandungan mineral yang terdapat dalam buah stroberi yang dihasilkan. Perlakuan lama penyimpanan, perlakuan ekstrak bagian tanaman kecombrang, serta interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu (%) buah stroberi. Nilai rata-rata kadar abu (%) buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 36.



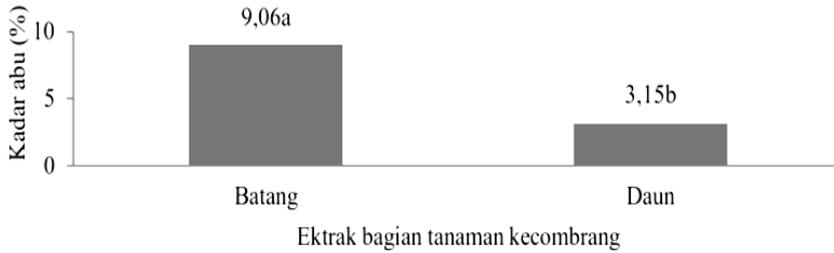
Gambar 36. Nilai rata-rata kadar abu (%) buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan.

Sumber: Nila (2016)

Hubungan antara lama penyimpanan dan kadar abu buah stroberi mengikuti pola persamaan regresi $y = -1,68x + 11,14$; dengan $R^2 = 0,581$. Kadar abu buah stroberi dari hari ke-0, ke-3, dan ke-6 berturut-turut 13,61%; 1,17%; 3,53%. Lama penyimpanan hari ke-0, ke-3, dan ke-6 berbeda nyata.

Buah stroberi pada awal penyimpanan memiliki kadar abu yang tinggi, mengalami penurunan pada penyimpanan hari ke-3, dan meningkat kembali pada penyimpanan hari ke-6. Hal ini karena terdapat kandungan mineral dalam bahan tambahan pembuatan *coating* seperti gelatin dan β -siklodekstrin. Menurut Hastuti *et al.* (2007), gelatin mengandung mineral sebesar 2-4%; tapioka 0,6%; β -siklodekstrin 0,5%.

Ekstrak bagian tanaman kecombrang berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu buah stroberi. Kadar abu pada perlakuan *edible coating* dari ekstrak bagian tanaman kecombrang sebagai bahan pembuatan dari batang dan bagian daun berturut-turut 9,06% dan 3,15%. Perlakuan bagian batang dan perlakuan bagian daun berpengaruh sangat nyata. Nilai rata-rata kadar abu (%) buah stroberi pada perlakuan penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang dapat dilihat pada Gambar 37.

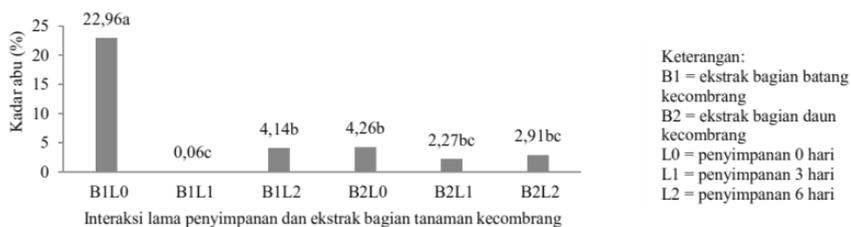


Gambar 37. Nilai rata-rata kadar abu (%) buah stroberi pada perlakuan penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang.

Sumber: Nila (2016)

Buah stroberi dengan perlakuan *edible coating* dari ekstrak batang bagian dalam (empulur) memiliki kadar abu lebih tinggi dibandingkan perlakuan *edible coating* dari ekstrak daun. Hal ini karena adanya kontribusi mineral yang terdapat dalam batang kecombrang yang ditambahkan saat pembuatan ekstrak. Menurut Sudarmadji *et al.* (1997), kadar abu yang terkandung dalam suatu bahan pangan berhubungan dengan kandungan mineral pada bahan tersebut.

Interaksi lama penyimpanan dan ekstrak bagian tanaman kecombrang berpengaruh nyata terhadap kadar abu buah stroberi. Pengaruh interaksi lama penyimpanan dan ekstrak bagian tanaman kecombrang dapat dilihat pada Gambar 38.



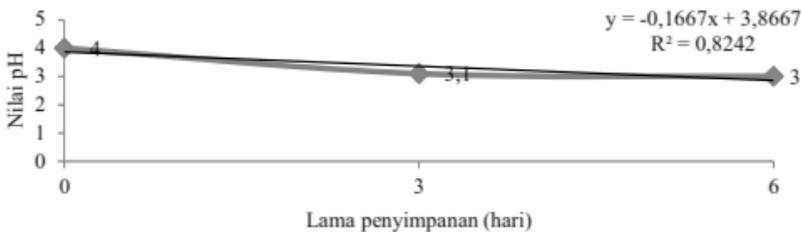
Gambar 38. Nilai rata-rata kadar abu (%) buah stroberi pada perlakuan interaksi lama penyimpanan dan ekstrak bagian tanaman kecombrang.

Sumber: Nila (2016)

Nilai rata-rata kadar abu buah stroberi berturut-turut 22,96%; 0,06%; 4,14%. Adapun perlakuan interaksi lama penyimpanan dan ekstrak bagian daun dalam pembuatan *edible coating* hari ke-0 menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap lama penyimpanan hari ke-3 dan hari ke-6. Nilai rata-rata kadar abu buah stroberi berturut-turut 4,26%; 2,27%; 2,91%. Semakin tinggi kadar abu suatu bahan pangan menunjukkan tingginya kandungan mineral dalam bahan tersebut. Nilai rata-rata kadar abu menurun. Hal ini karena adanya pertukaran ion yang terjadi pada bahan tambahan dalam pembuatan *coating* seperti gelatin dan bahan tambahan lain sehingga kandungan mineral atau kadar abu buah stroberi menjadi rendah.

1.2. Derajat Keasaman (pH)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap pH buah stroberi. Hubungan antara lama penyimpanan dan pH buah stroberi mengikuti pola persamaan regresi $y = -0,166x + 3,866$; dengan $R^2 = 0,824$. Nilai rata-rata pH buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 39.



Gambar 149. Nilai rata-rata pH buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan.

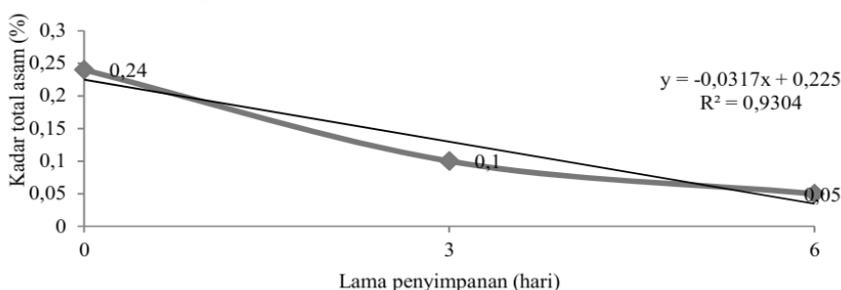
Sumber: Nila (2016)

Derajat keasaman (pH) buah stroberi dari hari ke-0, ke-3, ke-6 berturut-turut 4,0; 3,1; 3,0. Nilai pH buah stroberi semakin menurun seiring dengan lama waktu penyimpanan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Alsuhendra (2012) yang menunjukkan bahwa buah stroberi potong memiliki nilai pH jam ke-0 dan ke-6 berturut-turut 3 dan 2. Menurut Winarno (2002), tingkat kematangan buah

umumnya ditunjukkan oleh rasio gula dan asam. Kandungan asam pada buah umumnya mencapai maksimum selama pembentukan dan pertumbuhan dalam pohon serta akan turun saat periode pematangan atau buah yang akan membusuk.

1.3. Kadar Total Asam

Kadar total asam buah stroberi hari ke-0 (kontrol), hari ke-3, dan hari ke-6 berturut-turut 0,24%; 0,10%; 0,05%. Nilai rata-rata kadar total asam (%) buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 40.



Gambar 40. Nilai rata-rata kadar total asam (%) buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan.

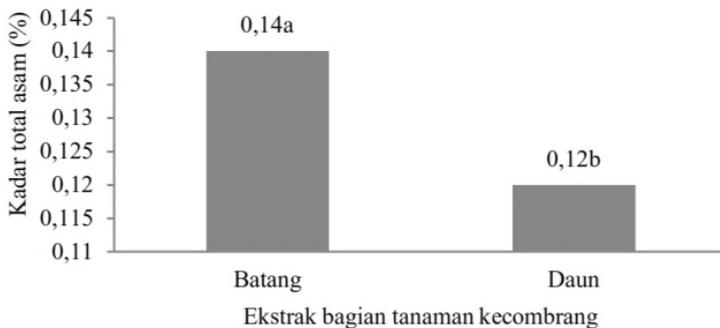
Sumber: Nila (2016)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan, kadar total asamnya menurun. Buah stroberi dengan lama waktu penyimpanan paling cepat memiliki kadar total asam tertinggi, sedangkan lama waktu penyimpanan paling lama memiliki kadar total asam stroberi terendah. Hal ini karena buah stroberi pada tingkat kematangan awal memiliki kandungan asam-asam organik lebih tinggi sehingga nilai total asam yang diperoleh juga tinggi. Menurut Bari *et al.* (2006), total asam buah akan meningkat pada tingkat kematangan awal dan akan menurun lagi pada buah yang mulai membusuk. Hal ini sejalan dengan Nasution (2012), total asam merupakan energi tambahan pada buah yang diperkirakan menurun selama aktivitas metabolisme berlangsung.

Aktivitas metabolisme yang meliputi respirasi lebih cepat terjadi. Tranggono dan Sutardi (1990)

menyebutkan bahwa dalam proses respirasi, selain gula, asam organik juga dapat dioksidasi. Oleh karena itu, bila laju respirasi suatu produk tinggi, laju pengurangan asam organiknya juga semakin cepat. Penurunan total asam disebabkan oleh kandungan asam organik menurun selama proses pematangan yang akan digantikan oleh kandungan gula.

Ekstrak bagian tanaman kecombrang berpengaruh sangat nyata terhadap kadar total asam buah stroberi. Nilai rata-rata kadar total asam (%) buah stroberi pada perlakuan *edible coating* menggunakan ekstrak bagian tanaman kecombrang dapat dilihat pada Gambar 41.



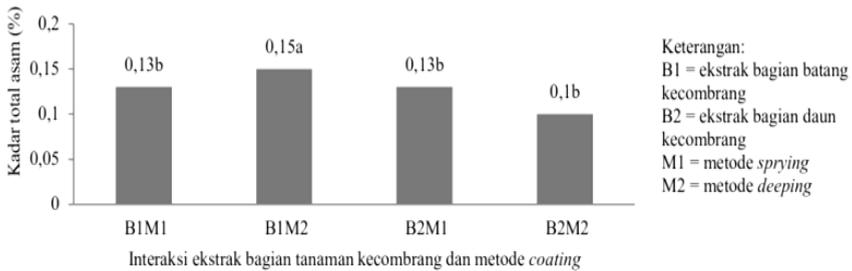
Gambar 41. Nilai rata-rata kadar total asam (%) buah stroberi pada perlakuan *edible coating* menggunakan ekstrak bagian tanaman kecombrang.

Sumber: Nila (2016)

Kadar total asam pada perlakuan ekstrak bagian tanaman kecombrang sebagai bahan pembuatan *edible coating* pada perlakuan bagian batang dan perlakuan bagian daun berturut-turut adalah 0,14% dan 0,12%. Perlakuan bagian batang dan perlakuan bagian daun berbeda nyata. Kadar total asam buah stroberi yang berlapis *edible coating* ekstrak bagian dalam (empulur) batang kecombrang memiliki kadar total asam lebih tinggi dibandingkan buah stroberi yang berlapis *edible coating* dari ekstrak bagian daun. Hal ini dikarenakan antioksidan yang terkandung dalam batang kecombrang lebih tinggi dibandingkan antioksidan dalam daun

kecombrang, sehingga dapat menjaga tingkat keasaman buah stroberi.

Menurut Naufalin dan Herastuti (2011), bagian bunga dan batang mempunyai senyawa bioaktif yang mampu berperan sebagai antioksidan lebih banyak daripada daun dan rimpang. Pengaruh interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dan metode *coating* terhadap kadar total asam buah stroberi dapat dilihat pada Gambar 42.



Gambar 42. Nilai rata-rata kadar total asam (%) buah stroberi pada perlakuan interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dengan metode *coating*.

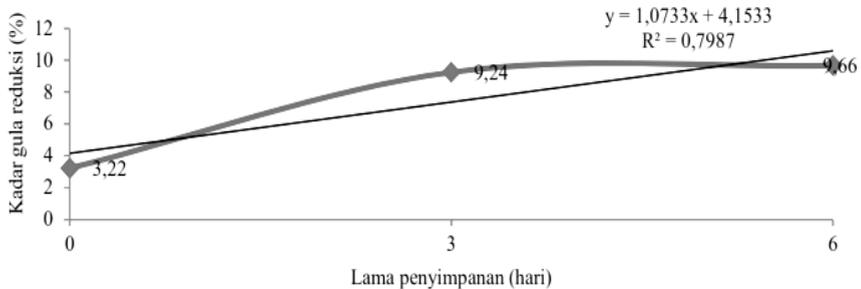
Sumber: Nila (2016)

Interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dan metode *coating* bagian batang dengan metode *dipping* lebih tinggi dibandingkan ketiga pengaruh perlakuan batang dengan metode *spraying*, daun dengan metode *spraying*, maupun daun dengan metode *dipping*. Nilai rata-rata perlakuan interaksi bagian batang dengan metode *spraying*, bagian batang dengan metode *dipping*, bagian daun dengan metode *spraying* dan bagian daun dengan metode *dipping* berturut-turut 0,13%; 0,15%; 0,13%; 0,11%. Hal ini terjadi karena pelapisan buah stroberi secara *edible coating* dengan metode *spraying* mampu menghambat aktivitas enzim. Oleh karena itu, stroberi akan mengalami respirasi anaerob karena CO₂ yang dihasilkan dari proses respirasi akan menghambat keluarnya udara oleh lapisan *coating*.

1.4. Kadar Gula Reduksi

Lama penyimpanan dan ekstrak bagian kecombrang buah stroberi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar gula reduksi (%), sedangkan pengaruh perlakuan metode *coating* berpengaruh nyata terhadap kadar gula reduksi (%). Interaksi antara ekstrak bagian tanaman kecombrang dan lama penyimpanan; interaksi antara ekstrak bagian tanaman kecombrang dan metode *coating*, keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar gula reduksi (%) buah stroberi; sedangkan interaksi ketiganya berpengaruh nyata terhadap kadar gula reduksi (%) buah stroberi.

Hubungan antara lama penyimpanan dan kadar gula (%) buah stroberi mengikuti pola persamaan regresi $y = 1,073x + 4,153$; dengan $R^2 = 0,798$. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 43.

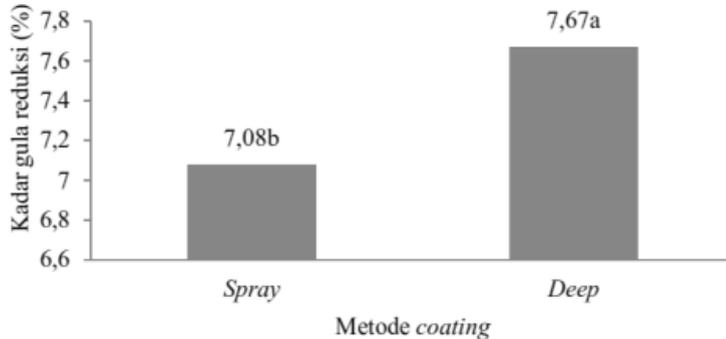


Gambar 43. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan.

Sumber: Nila (2016)

Kadar gula reduksi buah stroberi hari ke-0, ke-3, dan ke-6 serta ekstrak bagian kecombrang bagian dalam (empulur) batang dan daun berturut-turut 3,22%; 9,24%; 9,66%; 5,19%; 9,55%. Semakin lama waktu penyimpanan, terjadi kenaikan gula reduksi pada buah stroberi. Menurut Wills *et al.* (2007), dalam proses pematangan selama penyimpanan, zat pati seluruhnya akan dihidrolisis menjadi gula reduksi dalam bentuk glukosa sebagai substrat dalam respirasi. Hal ini selaras dengan buah stroberi yang berlapis *edible coating* karena tidak terlalu banyak mengalami proses respirasi.

Perlakuan metode *coating* berpengaruh nyata terhadap kadar gula reduksi (%) buah stroberi. Kadar gula reduksi pada perlakuan metode *coating*, perlakuan *spraying* dan *dipping* berturut-turut 7,08% dan 7,67%. Pengaruh metode *coating* terhadap kadar gula reduksi (%) buah stroberi dapat dilihat pada Gambar 44.

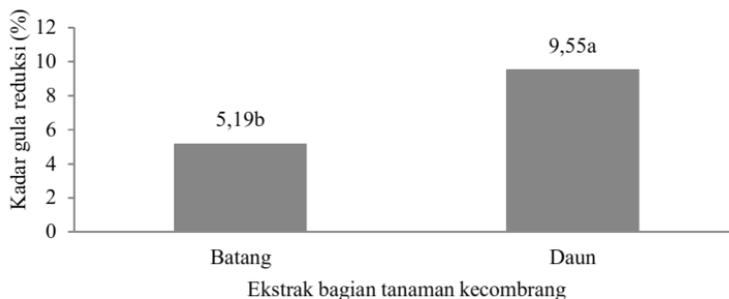


Gambar 15. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan metode *coating*.

Sumber: Nila (2016)

Aplikasi *edible coating* kecombrang pada buah stroberi dengan teknik *dipping* memiliki kadar gula reduksi lebih tinggi dibandingkan teknik *spraying*. Hal ini karena teknik *dipping* menghasilkan lapisan yang lebih tebal dan merata dibandingkan teknik *spraying*. Menurut Donhove dan Fennema (1994), teknik pencelupan (*dipping*) digunakan pada permukaan yang kurang rata, biasa diaplikasikan pada produk ternak, buah, dan sayuran.

Perlakuan ekstrak bagian tanaman kecombrang berpengaruh sangat nyata terhadap kadar gula reduksi (%) buah stroberi. Kadar gula reduksi pada perlakuan ekstrak bagian tanaman kecombrang sebagai bahan pembuatan *edible coating* pada perlakuan bagian batang dan bagian daun berturut-turut 5,19% dan 9,55%. Pengaruh penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang terhadap kadar gula reduksi (%) buah stroberi disajikan pada Gambar 45.

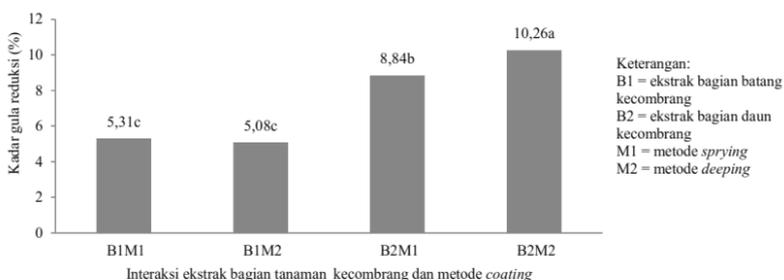


Gambar 45. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang.

Sumber: Nila (2016)

Buah stroberi yang berlapis *coating* dengan penambahan ekstrak daun kecombrang memiliki kadar gula reduksi lebih tinggi dibandingkan *coating* dengan penambahan ekstrak batang kecombrang. Hal ini karena pelapisan buah stroberi dengan penambahan ekstrak daun kecombrang, mampu menutup semua pori-pori buah stroberi. Oleh karena itu, kemungkinan terjadinya respirasi anaerobik dan CO² yang dihasilkan saat proses respirasi rendah.

Pengaruh interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dan metode *coating* terhadap kadar gula reduksi (%) buah stroberi dapat dilihat pada Gambar 46.

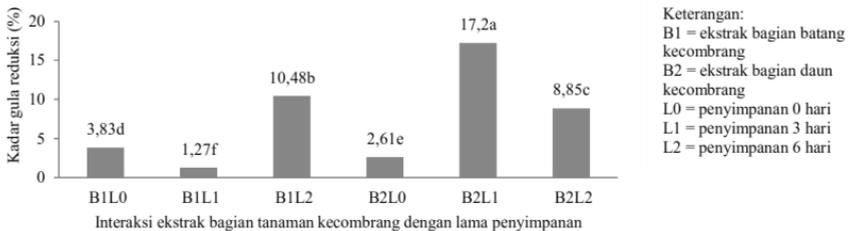


Gambar 46. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dengan metode *coating*.

Sumber: Nila (2016)

Interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dan metode *coating* bagian batang dengan metode *spraying* dan bagian batang dengan metode *dipping* tidak berbeda nyata. Adapun perlakuan daun dengan metode *dipping*, daun dengan metode *spraying* berbeda nyata. Nilai rata-rata perlakuan interaksi bagian batang dengan metode *spraying*, bagian batang dengan metode *dipping*, bagian daun dengan metode *spraying* dan bagian daun dengan metode *dipping* berturut-turut 5,31%; 5,08%; 8,84%; 10,26%. Hal ini karena pelapisan dengan penambahan ekstrak batang dan metode *spraying* maupun *dipping* pada buah stroberi belum mampu menutup keseluruhan pori-pori buah secara optimal sehingga pengaruhnya tidak berbeda.

Interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dan lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar gula reduksi (%) buah stroberi. Pengaruh interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dan lama penyimpanan terhadap kadar gula reduksi buah stroberi dapat dilihat pada Gambar 47.



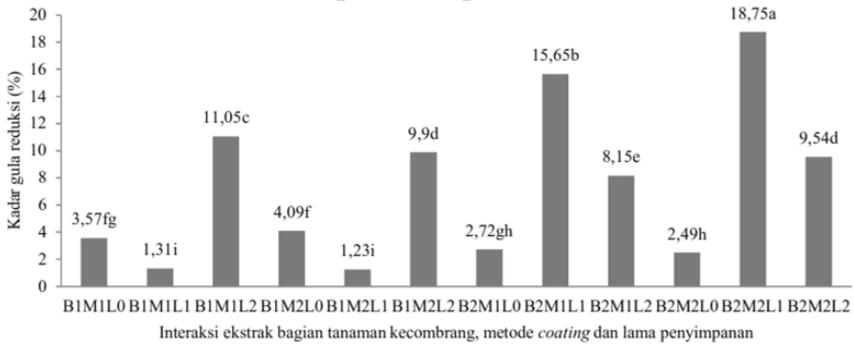
Gambar 47. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dengan lama penyimpanan.

Sumber: Nila (2016)

Interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang batang dan daun dengan lama penyimpanan hari ke-0, ke-3, dan ke-6 berbeda nyata. Nilai rata-rata perlakuan interaksi ekstrak bagian dalam (empulur) batang dengan lama penyimpanan hari ke-0, ke-3, dan ke-6 berturut-turut 3,83%; 1,27%; 10,48%. Nilai rata-rata perlakuan interaksi ekstrak bagian daun dengan lama penyimpanan hari ke-0, ke-3 dan ke-6 berturut-turut

2,61%; 17,20%; 8,85%. Kenaikan kadar gula reduksi juga disebabkan oleh aktivitas enzim glukamilase yang mampu memecah pati menjadi glukosa (Lacey *et al.*, 1998).

Pengaruh interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang, metode *coating* dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kadar gula reduksi (%) buah stroberi. Pengaruh interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang, metode *coating* dan lama penyimpanan terhadap kadar gula reduksi buah stroberi dapat dilihat pada Gambar 48.



Gambar 168. Nilai rata-rata kadar gula reduksi (%) buah stroberi pada perlakuan interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang, metode *coating* dan lama penyimpanan.

Sumber: Nila (2016)

Tingginya nilai gula reduksi pada awal penyimpanan terjadi karena adanya perombakan zat pati yang dihidrolisis menjadi glukosa. Namun selanjtnya gula reduksi mengalami penurunan pada akhir penyimpanan. Hal tersebut dikarenakan gula reduksi yang dihasilkan akan dipecah menjadi asam piruvat dan akan dihasilkan CO₂ dan H₂O.

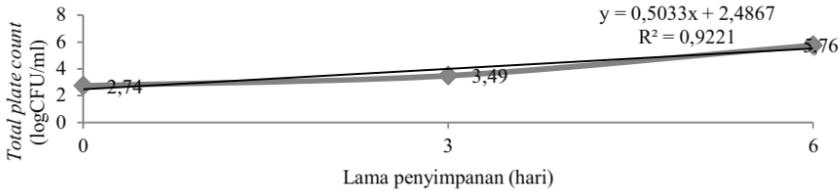
2. Variabel Mikrobiologi

Variabel mikrobiologi yang diamati pada produk buah stroberi yang diaplikasikan *edible coating* kecombrang, yaitu *total plate count* (TPC).

2.1. Total Plate Count

Pengaruh lama penyimpanan terhadap *total plate count* buah stroberi dapat dilihat pada Gambar

49. *Total plate count* buah stroberi hari ke-0, ke-3, dan ke-6 secara berturut-turut $5,8 \times 10^2$ CFU/ml; $3,0 \times 10^3$ CFU/ml; $9,0 \times 10^3$ CFU/ml.

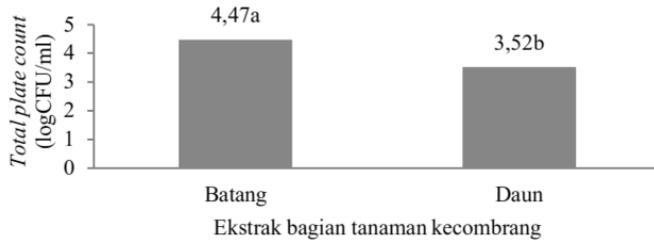


Gambar 49. Nilai rata-rata *total plate count* buah stroberi pada perlakuan lama penyimpanan.

Sumber: Nila (2016)

Total mikroba buah stroberi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya lama penyimpanan. Hal ini karena semakin lama penyimpanan, aktivitas pertumbuhan mikroba juga semakin meningkat sehingga jumlahnya pun semakin meningkat. Mikroba memanfaatkan komponen-komponen zat gizi dalam buah stroberi untuk tumbuh dan berkembang.

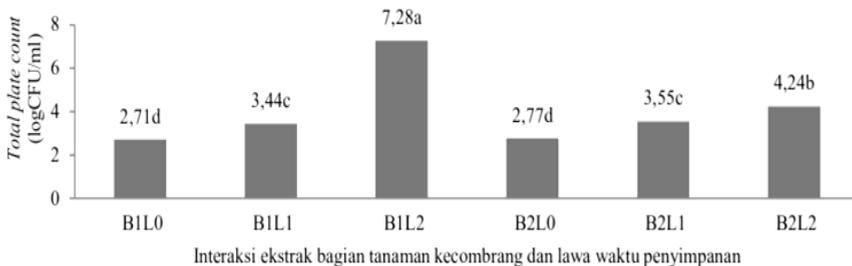
Perlakuan ekstrak bagian tanaman kecombrang berpengaruh sangat nyata terhadap *total plate count* buah stroberi. *Total plate count* pada perlakuan ekstrak bagian tanaman kecombrang sebagai bahan pembuatan *edible coating* pada perlakuan bagian batang dan perlakuan bagian daun berturut-turut adalah $1,1 \times 10^3$ CFU/ml dan $7,8 \times 10^3$ CFU/ml. Pengaruh penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang terhadap *total plate count* buah stroberi dapat dilihat pada Gambar 50.



Gambar 50. Nilai rata-rata *total plate count* buah stroberi pada perlakuan penambahan ekstrak bagian tanaman kecombrang.

Sumber: Nila (2016)

Nilai rata-rata total mikroba ekstrak bagian daun kecombrang lebih rendah dibandingkan ekstrak bagian dalam (empulur) batang kecombrang. Hal ini karena daun kecombrang memiliki aktivitas antimikroba yang lebih tinggi sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba lebih baik dibandingkan bagian dalam (empulur) batang kecombrang, sehingga jumlah mikroba mengalami penurunan. Pengaruh interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dan lama penyimpanan terhadap *total plate count* buah stroberi dapat dilihat pada Gambar 51.



Gambar 51. Nilai rata-rata *total plate count* buah stroberi pada perlakuan interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang dan lama penyimpanan.

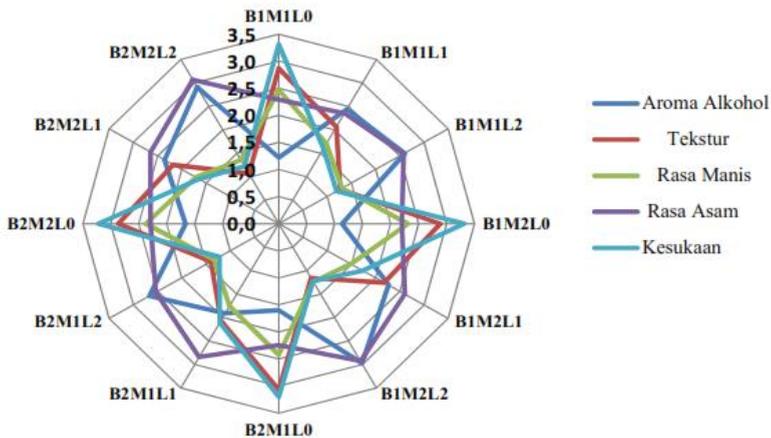
Sumber: Nila (2016)

Interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang, perlakuan interaksi ekstrak bagian tanaman kecombrang batang dan daun, dengan lama penyimpanan hari ke-3 dan hari ke-6 berbeda nyata.

Adapun lama penyimpanan hari ke-0 tidak berbeda nyata. Nilai rata-rata perlakuan interaksi ekstrak bagian dalam (empulur) batang dengan lama penyimpanan hari ke-0, ke-3 dan ke-6 berturut-turut $5,2 \times 10^2$ CFU/ml; $2,7 \times 10^3$ CFU/ml; $1,0 \times 10^5$ CFU/ml. Nilai rata-rata perlakuan interaksi ekstrak bagian daun dengan lama penyimpanan hari ke-0 ke-3 dan ke-6 berturut-turut $6,5 \times 10^2$ CFU/ml; $3,6 \times 10^3$ CFU/ml; $1,9 \times 10^4$ CFU/ml. Hal ini karena dilakukan penyimpanan pada suhu ruang $29-37^\circ\text{C}$ yang cocok bagi pertumbuhan mikroorganisme pembusuk.

3. Variabel Sensoris

Variabel sensoris yang diamati pada produk buah stroberi yang diaplikasikan *edible coating* keombrang, yaitu aroma alkohol, tekstur, rasa manis, rasa asam, dan kesukaan. Aspek utama yang dibatasi adalah kuatnya aroma alkohol. Semakin kuat berarti semakin tidak layak dikonsumsi. Hal tersebut menjadi indikator hari optimal penyimpanan yang diterima oleh panelis.



Keterangan: Ekstrak bagian dalam (empulur) batang (B1) dan Ekstrak daun (B2); Penyemprotan (M1) dan Pencelupan (M2) ; serta lama penyimpanan buah stroberi 0 hari (L0), lama penyimpanan buah stroberi 3 hari (L1) dan lama penyimpanan buah stroberi 6 hari (L2).

Gambar 52. *Spider Web Diagram* atribut sensori buah stroberi.

Sumber: Nila (2016)

3.1. Aroma Alkohol

Kombinasi perlakuan antara ekstrak bagian tanaman kecombrang, metode *coating*, dan lama penyimpanan terhadap aroma alkohol buah stroberi berpengaruh nyata. Skor aroma alkohol buah stroberi berkisar antara 2,97 (kuat) sampai 1,13 (tidak kuat). Kombinasi perlakuan B1M2L2 memiliki aroma alkohol tertinggi yaitu 2,97 (kuat) dan nilai aroma alkohol terendah pada kombinasi perlakuan B1M2L0 yaitu 1,13 (tidak kuat).

Aroma alkohol buah stroberi yang dilakukan *coating* dapat bertahan dan dapat memiliki tingkat penerimaan panelis hingga lama simpan 6 hari yang memiliki skor rata-rata nilai 3 (kuat). Nilai aroma alkohol dengan skor terendah 1,13 terjadi pada buah stroberi yang dilakukan *coating* dengan metode *dipping* dengan lama penyimpanan 0 hari. Aroma alkohol yang ditimbulkan oleh buah berasal dari asam-asam organik yang terdapat di dalamnya. Buah yang telah masak akan menimbulkan bau yang khas dan bau dari setiap buah-buahan akan berbeda tergantung dari senyawa penyusunnya. Senyawa-senyawa yang umum ditemukan adalah ester-ester alkohol alifatik dan asam-asam lemak berantai pendek (Niam, 2009).

3.2. Tekstur

Skor tekstur buah stroberi berkisar antara 2,88 (keras) sampai 1,06 (tidak keras). Kombinasi perlakuan B1M2L0 memiliki tekstur tertinggi yaitu 2,88 (keras) dan nilai tekstur terendah pada kombinasi perlakuan B2M2L2 yaitu 1,06 (tidak keras). Tekstur buah stroberi selama penyimpanan, menunjukkan terjadinya penurunan tingkat kekerasan. Penurunan tingkat kekerasan diduga karena selama penyimpanan kandungan air dalam buah akan semakin berkurang, sehingga mengakibatkan perubahan tekstur pada buah stroberi.

Menurut Muliansyah (2004) menyatakan bahwa perubahan kekerasan buah selama penyimpanan terutama disebabkan oleh pembongkaran protopektin yang tidak larut menjadi senyawa pektin yang larut sehingga kesegaran buah

berkurang. Peter *et al.* (2007) menambahkan bahwa melunaknya buah selama penyimpanan juga disebabkan oleh aktivitas enzim poli-galakturonase yang menguraikan protopektin dengan komponen utama asam poli-galakturonat menjadi asam-asam galakturonat.

3.3. Rasa Manis

Skor rasa manis buah stroberi berkisar antara 2,46 (manis) sampai 1,24 (tidak manis). Kombinasi perlakuan B1M1L0 memiliki rasa manis tertinggi yaitu 2,46 (manis) dan nilai rasa manis terendah pada kombinasi perlakuan B1M2L2 yaitu 1,24 (tidak manis). Tingkat rasa manis buah stroberi yang dilakukan *coating* mengalami penurunan seiring dengan lama penyimpanan buah. Penurunan rasa manis disebabkan oleh perbedaan lama penyimpanan. Semakin lama masa simpan buah stroberi, semakin berkurang tingkat kemanisan buah tersebut. Menurut Pantastico (1975), selama buah-buahan masih melakukan respirasi maka akan melalui tiga fase, yaitu pemecahan polisakarida menjadi gula sederhana yang meningkat, dilanjutkan dengan oksidasi gula sederhana menjadi asam piruvat dan asam organik lainnya sehingga kadar gulanya menurun.

3.4. Rasa Asam

Skor rasa asam buah stroberi berkisar antara 3,06 (asam) sampai 2,20 (sedikit asam). Kombinasi perlakuan B2M2L2 memiliki rasa asam tertinggi yaitu 3,06 (asam) dan nilai rasa asam terendah pada kombinasi perlakuan B1M2L0, yaitu 2,20 (sedikit asam). Tingkat rasa asam buah stroberi yang dilakukan *coating* mengalami peningkatan seiring dengan lama penyimpanan buah stroberi. Peningkatan rasa asam disebabkan oleh perbedaan lama penyimpanan. Semakin lama masa simpan buah stroberi, semakin berkurang tingkat kemanisan buah tersebut.

Menurut Pantastico (1975), selama buah-buahan masih melakukan respirasi maka akan melalui tiga fase yaitu pemecahan polisakarida menjadi gula sederhana yang meningkat, dilanjutkan dengan

oksidasi gula sederhana menjadi asam piruvat dan asam organik lainnya sehingga kadar gulanya menurun dan kadar asam meningkat.

3.5. Kesukaan

Kombinasi perlakuan antara ekstrak bagian tanaman kecombrang, metode *coating*, dan lama penyimpanan terhadap kesukaan buah stroberi yang dilakukan *coating*. Skor kesukaan buah stroberi berkisar antara 3,22 (suka) sampai 1,19 (tidak suka). Kombinasi perlakuan B2M2L0 memiliki tekstur tertinggi yaitu 3,22 (suka) dan nilai kesukaan terendah pada kombinasi perlakuan B1M1L2, yaitu 21,19 (tidak suka). Nilai kesukaan sangat dipengaruhi oleh subjektivitas panelis. Semakin lama umur simpan buah stroberi, tingkat kesukaan panelis semakin menurun. Penurunan tingkat kesukaan panelis berhubungan terhadap aroma alkohol, tekstur, rasa manis, dan rasa asam buah stroberi yang dilakukan *coating*.

Kesimpulan

1. Ekstrak buah kecombrang sebagai bahan pembuatan *edible coating* lebih baik daripada ekstrak bunga kecombrang berdasarkan sifat fisik, kimia, mikrobiologi dan sensori cabai merah keriting yang telah dilapisi oleh *edible coating*.
2. Metode pencelupan (*dipping*) pada cabai merah keriting lebih efektif jika dibandingkan dengan metode penyemprotan (*spraying*).
3. *Edible coating* pada cabai merah keriting mampu mempertahankan sifat fisik, kimia, mikrobiologi, sensori cabai selama selama 6 hari pada suhu 25-30°C.
4. Kombinasi perlakuan terbaik cabai merah keriting adalah perlakuan pelapisan *edible coating* ekstrak buah kecombrang dengan metode celup (*dipping*) dan lama waktu penyimpanan selama 3 hari pada suhu 25-30°C. Sifat fisik yang terjadi: tekstur dengan penetrometer 0,61 kg/cm²; kimia: kadar air 78,14%; kadar abu 1,13% bb (5,2% bk); pH 5; kadar asam 0,49% bb (2,29% bk); dan *total plate count* 4,32 log CFU/g. Adapun sifat sensori warna cabai 3,23 (merah); aroma khas cabai 1,33 (tidak kuat); kesegaran 3,4 (segar); tekstur 3,28 (agak keras); dan kesukaan 3,53 (suka).
5. Ekstrak batang bagian dalam memiliki kemampuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak daun kecombrang berdasarkan sifat kimia dan sensori buah salak pondoh yang dilakukan *coating*.
6. Penambahan konsentrasi 1% telah cukup mampu menghasilkan formula kecombrang yang stabil sebagai pengawet buah salak pondoh.
7. Buah salak pondoh yang dilakukan *coating* semakin lama disimpan relatif masih mengalami perubahan nyata terhadap sifat kimia dan sensori. Salak pondoh tanpa perlakuan *coating* bertahan hingga penyimpanan 6 hari, sedangkan dengan perlakuan *coating* mampu bertahan hingga penyimpanan 10 hari dari aspek sensori. Lama simpan 8 hari masih mampu untuk mempertahankan sifat kimia dan sensori buah salak pondoh tetap segar. Formula *coating* ekstrak kecombrang mampu memperpanjang masa simpan salak selama 2 hingga 4 hari.
8. Ekstrak daun kecombrang merupakan bagian tanaman kecombrang sebagai bahan *edible coating* yang lebih baik jika dibandingkan dengan ekstrak bagian batang kecombrang berdasarkan sifat kimia, mikrobiologi, dan sensori buah stroberi yang dilakukan *coating*.

9. Buah stroberi dengan perlakuan *edible coating* metode aplikasi teknik *deeping* (pencelupan) lebih efektif jika dibandingkan dengan teknik *spraying* (penyemprotan).
10. *Edible coating* pada buah stroberi terbukti mampu mempertahankan sifat kimia, mikrobiologi, dan sensori buah stroberi selama 6 hari. Buah stroberi dengan *coating* penambahan ekstrak kecombrang mampu memperpanjang umur simpan 2 hingga 4 hari.
11. Kombinasi perlakuan terbaik adalah buah stroberi dengan perlakuan *edible coating* ekstrak bagian daun kecombrang dengan metode *deeping* dan lama waktu penyimpanan selama 3 hari, dengan sifat kimia kadar air 91,57%; kadar abu 2,27; pH 4; total asam 0,1%; gula reduksi 18,75%; *total plate count* $3,6 \times 10$ sifat sensori aroma alkohol sedikit kuat; tekstur sedikit keras; sedikit manis, asam dan sedikit disukai.

BAB 6

PENUTUP

Komoditas hortikultura berupa buah dan sayuran, cepat sekali mengalami proses kerusakan, penguapan air, dan pembusukan. Oleh karena itu komoditas ini digolongkan dalam kelompok komoditas yang sangat mudah rusak (*perishable commodities*). Salah satu solusi yang dapat diambil adalah penerapan teknologi *coating*. Bahan dasar yang digunakan sebagai matriks *coating* umumnya bersumber dari bahan kelompok hidrokoloida, antara lain karbohidrat, pektin, protein, dan sebagainya, sehingga bersifat ramah lingkungan. Penambahan ekstrak kecombrang dilakukan untuk menghasilkan sifat antimikroba dan antioksidan pada *coating*. Hasil pengembangan produk teknologi *coating* ini merupakan produk hasil inovasi perguruan tinggi. Harapan penulis, produk *coating* antimikroba alami berbasis sumberdaya lokal, berupa kecombrang, mampu menahan penurunan mutu bahan pangan, sekaligus menopang ketahanan pangan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsuhendra, Ridawanti, dan A.I., Santoso.2012. Pengaruh Penggunaan Edible Coating terhadap Susut Bobot, pH, dan Karakteristik Organoleptik Buah Potong pada Penyajian Hidangan Dessert.Skripsi. Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- Agung, T dan A.Y. Rahayu.2009. Analisis Efisiensi Serapan N, Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Kultivar Kedelai Unggul Baru dengan Cekaman Kekeringan dan Pemberian Pupuk Hayati. *Jurnal Agrisains*. 6(2):70-74.
- Ashari, S. 2006. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta. Hlm 237 – 242.
- Apandi, M. 1984. *Teknologi Buah dan Sayuran*. Penerbit Alumni, Bandung. 106 hlm.
- Asgar, A. 2009. Penanganan pascapanen beberapa jenis sayuran. Makalah Linkages ACIAR-SADI. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang. 15 hlm.
- Bari, L. P., Hasan, N. Absar, M.E. Haque, M.I.I.E. Khuda, M.M. Pervin, S. Khatun, dan M.I. Hossain. 2006. Nutritional Analysis of Local Varieties of Papaya (*Carica papaya* L.) AT different Maturation Stages. *Pakistan Journal Biol.Sci*. 9(1): 137-140.
- Budiman, S. dan D. Saraswati. 2006. Berkebun Stroberi secara Komersial. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Buckle, K.A., R.A. Edward, G.H. Fleet dan Wootton. 2007. *Ilmu Pangan*. Edisi ke-4. Terjemahan: Hari Purnomo dan Adiono. UI-Press, Jakarta
- Badan POM RI. 2013. Peraturan Kepala BPOM Nomor 36 tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pengawet. Jakarta.
- Badan POM. 2013. Gliserin. *Sentra Informasi Keracunan Nasional, Bidang Informasi Keracunan, Pusat Informasi Obat dan Makanan*. www.ik.pom.go.id/katalog/gliserin_upload. Diakses 3 November 2017.
- Campos, C.A., L.N. Greshcenson, and S.K. Flores. 2011. Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food Bioprocess Technol*. 4: 849–875.
- Chan, E. W. C., Y. K. Chew, and Y. Y. Lim. 2007. Antioxidant Activity of *Camellia sinensis* Leaves and Tea From Lowland Plantation in Malaysia. *Food Chemistry*, 102(2007): 1214-1222.

- Darwis, V., 2007. *Budidaya, Analisis Usahatani, dan Kemitraan Stroberi Tabanan, Bali*. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Jakarta.
- Deptan. 2004. Buletin Teknopro Holtikultura. Edisi 65. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Dwidjoseputro. 1986. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1981. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Jakarta.
- Embuscado, M.E. and C.H. Kerry. 2009. *Edible Films and Coatings for Food Applications*. Newyork, Spinger.
- Fardiaz, S. 1988. *Mikrobiologi Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Bogor. 267 hal.
- Gembong, T. 1985. *Morfologi Tumbuhan*. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hastuti, D., dan I. Sumpe. 2007. Pengenalan dan Proses Pembuatan Gelatin. *Jurnal Medagro* 3(1): 39-48.
- Harris, H. 2001. Kemungkinan Penggunaan Edible Film dari Pati Tapioka. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian* 3(2): 99-106.
- Hudaya, A. 2010. Uji Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Air Bunga Kecombrang (*Etilingera elatior*) sebagai Pangan Fungsional. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Huda, W. N., Windi A, dan N. Edhi. 2013. Kajian Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Ekstrak Tulang Kaki Ayam (*Gallus gallus bankiva*) dengan Variasi Lama Perendaman dan Konsentrasi asam. *Jurnal Teknosains Pangan* 2(3): 70-75.
- Hwa, L., Natalia S., Happy C., dan N. Isnaini. 2009. Pengaruh Edible Coating terhadap Kecepatan Penyusutan Berat Apel Potongan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*. ISBN, Bandung.
- Idah, C. 2012. Buah Salak Pondoh Banjarnegara. <http://idahceris.wordpress.com/2012/08/11/buah-salak-pondoh/>. Diakses Tanggal 30 Januari 2019.
- Khairuzzaman, A. 2009. *Mengungkap Rahasia 63 Buah Berkhasiat Istimewa*, In Azna Book
- Kinanti AS. 2010. *101 Khasiat Buah-Buahan*. Pustaka Araska Media Utama, Yogyakarta.
- Krochta, J.M., Elisabeth A.B, and O.N.C. Myrna. 1994. *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*. Technomic Publ. Co. Inc. Pennsylvania, USA.
- Krochta, J.M., E.A. Baldwin, and M.O. Nisperos-Carriedo. 1994. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. LancasterPa. Technomic Publishing.

- Krochta, J.W. and C. De Mulder-Johnson. 1997. Edible and Biodegradable Polymer Film: Challenges and Opportunities. *J. Food Tech* 51(2): 61-74.
- Lacey, J. N. Ramakrishna, and A. Hamer. 1998. Grain Fungi.p.121-177 Dalam Arora D. K, K. K. Mukerji & E. H. Marth (Eds). *Handbook of applied Mycology Food and Feed*. Marcel Dekker, Inc. New York.p 621.
- Lin, D. dan Y. Zhao. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for freshand minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews In Foods Science and Food Safety* 6: 60-75.
- Muchtadi, T. R. dan F. Ayustaningwarno. 2010. *Teknologi Prosees Pengolahan Pangan*. Alfabeta, Bandung.
- Muchtadi, T. R. 2013. *Prinsip, Proses dan Teknologi Pangan*. Alfabeta, Bandung.
- Masruroh, H., Fauzi A. F, Anggryani S. D, dan V. Paramita. 2013. Pengaruh Penambahan Xanthan Gum dalam Aplikasi Teknologi Edible Coating Aloe vera untuk Mempertahankan Mutu Tomat (*Solanum lycopersicum*) Menggunakan Metode Spray. *Prosiding SNST IV 2013 ISBN 978-602-99334-2-0*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Miskiyah, Widaningrum, dan C. Winarti. 2011. Aplikasi Edible Coating Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Vitamin C pada Paprika: Preferensi Konsumen dan Mutu Mikrobiologi. *Jurnal Hortikultra* 21(1): 68-76
- Moekasan, T. K., Prabaningrum L., dan M. L. Ratnawati. 2005. Penerapan PHT pada Sistem Tanam Tumpanggilir Bawang Merah dan Cabai. *Monografi No. 19*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang, 44 hlm.
- Muchtadi, T. R. dan Sugiyono. 1989. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Petunjuk Laboratorium. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi, Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB, Bogor.
- Muchtadi, D. 1992. *Fisiologi Pasca Panen Sayuran dan Buah-buahan*. PAU. IPB, Bogor.
- Muchtadi, D. 2000. *Sayur-Sayuran Sumber Serat dan Antioksidan: Mencegah Penyakit Degeneratif*. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. FATETA. IPB, Bogor.
- Muliasyah. 2004. *Kajian Penyimpanan Buah Manggis (Gracinia mangostana L) Terolah Minimal dalam Kemasan Atmosfer Termodifikasi*. Thesis Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Nasution, I.S., Yusmanizar, dan K. Melianda. 2012. Pengaruh Penguasaan Lapisan Edible (Edible Coating), Kalsium Klorida, dan Kemasan Plastik terhadap Mutu Nanas (*Anana comosus* Merr.) Terolah Minimal. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 4(2):1-6.
- Naufalin, R., Jenie B. S. L, Kusnandar F., Sudarwanto M., dan H. S. Rukmini. 2005. Kajian Sifat Antimikroba Bunga Kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan) Terhadap Berbagai Mikroba Patogen dan Perusak Pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 16(2): 119-125.
- Naufalin, R., H. S. Rukmini, T. Yanto, dan Erminawati. 2009. Formulasi dan produksi pengawet alami dari kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan). Laporan Penelitian Hibah Kompetensi. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
- Naufalin, R., dan H.S. Rukmini. 2011. Potensi Antioksidan Hasil Ekstraksi Tanaman Kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan) Selama Penyimpanan. Conference paper Seminar Nasional membangun Daya Saing Produk Pangan Berbasis Bahan Baku Lokal Surakarta. <https://www.researchgate.net/publication/257265941>
- Naufalin, R. 2013. Aktivitas Antimikroba Formula Buah Kecombrang (*Nicolaia spesiosa* Horan) sebagai Pengawet Alami Pangan. <https://www.researchgate.net/publication/260336045> diakses pada tanggal 28 Januari 2019.
- Naufalin, R. 2005. Kajian Sifat Antimikroba Ekstrak Bunga Kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan) terhadap Berbagai Mikroba Patogen dan Perusak Pangan. *Disertasi*. Program Studi Ilmu Pangan. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Naufalin, R., Jenie, B. S. L., Kusnandar, F., Mirnawati, dan H. S. Rukmini. 2006. Effect of pH, NaCl, and Heating on the Antibacterial Stability of Kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan) Flower Efract and its Application in Mincet Meet. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 17(3): 197-203.
- Naufalin, R., dan T. Yanto. 2009. Aktivitas Antioksidan Bunga Kecombrang pada Minyak Sawit. Makalah disampaikan pada *Seminar Nasional Masyarakat Perkelapa Sawitan Indonesia*. Insitut Pertanian Bogor, Bogor, 20 Mei 2014.
- Naufalin, R., H. S. Rukmini, dan Erminawati. 2010. Potensi Bunga Kecombrang Sebagai Pengawet Alami Pada Tahu Dan Ikan. *Prosiding Seminar Nasional 2010 "Peran Keamanan Pangan Produk Unggulan Daerah dalam Menunjang Ketahanan Pangan dan Menekan Laju Inflasi"*, Purwokerto 8-9 Oktober 2010. 86-100. ISBN 978-602-98156-0-3.

- Naufalin, R dan H.S. Rukmini. 2010. Application of the inner part of kecombrang stem (*Nicolaia spesiosa*) as a natural preservative of meat-balls dan nugget. *The International Conference of Exhibition and Short Course on "Nutraceuticals and Functional Foods" Bali 15th Oktober*.
- Naufalin, R dan H.S. Rukmini. 2012. *Pengawet Alami pada Produk Pangan*. UPT. Percetakan dan Penerbitan Universitas Jenderal Soedirman.
- Naufalin, R., H. S. Rukmini dan R. Wicaksono. 2013. Encapsulation Of Natural Antimicrobia Extract From Kecombrang Flower (*Nicolaia speciosa*) Using Maltodextrin-Gelatin As Filler Ingredient. *International Food Safety Conference*. Kuala Lumpur 2-3 Desember.
- Naufalin, R. and H. S. Rukmini. 2013. Microcapsule application of kecombrang flower extract: effects of concentration, types of fraction, pH of medium, and NaCl on microbiological properties of minced beef. *Animal Production* 15(1):8-14.
- Naufalin, R. 2013. Aktivitas antimikroba formula kulit buah kecombrang (*Nicolaia speciosa* horan) sebagai pengawet alami pangan. *Makalah Seminar Nasional PATPI 2013 26-29 Agustus 2013*. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Naufalin, R. Dan H. S. Rukmini. 2014. Natural Nanoencapsulant Antioxidants Based on Kecombrang Fruit (*Nicolaia speciosa*). *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering* (71):15- 18.
- Naufalin, R. 2017. *Kecombrang: Antimikroba dan Pemanfaatannya sebagai Pengawet Pangan*. Universitas Jenderal Soedirman.
- Naufalin, R. dan H.S. Rukmini. 2017. Antibacterial activity of *Nicolaia speciosa* fruit extract. *International Food Research Journal* 24 (1): 379-385.
- Naufalin, R., dan H. S. Rukmini. 2018. Antibacterial activity of kecombrang flower extract (*Nicolaia speciosa*) microencapsulation with food additive materials formulation. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 102(1): 1-9.
- Naufalin, R., Tobari, dan H. S. Rukmini. 2012. Karakterisasi nanoenkapsulan buah kecombrang (*Nicolaia speciosa*). *Makalah Falsafah Sains*. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Niam, R. K. 2009. Aplikasi Edible Coating berbasis Kappa Karagenan dengan Penambahan CMC untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Salak Pondoh (*Sallaca edulis Reinw*). Skripsi. Departemen

- Teknologi Industri Pertanian Intitut Pertanian Bogor, Bogor 101 hal.
- Nugraheni, M., & T. Hera W.H. 2005. *Diversifikasi Cabai Merah Kering sebagai Alternatif Penanganan Pasca Panen Cabai Merah di Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul Yogyakarta*. Penerapan IPTEKS, Yogyakarta.
- Prihatman, K. 2000. *Salak (Salacca edulis)*. Sistem Informasi Manajemen Pembangunan di Pedesaan, BAPPENAS, Jakarta.
- Pantastico, E.B. 1975. *Postharvest physiology, Handling and Utilization of Tropical and Sub-tropical Fruits and Vegetables*. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Pantastico, E.R.B., 1986. *Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayuran Tropika dan Subtropika*. Terjemahan Kamariyani. UGM-Press, Yogyakarta.
- Pantastico, B. 1989. *Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Sub-tropika (Terjemahan Kamariyani)*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Pantastico, E.B. 1993. *Fisiologi Pasca Panen: Penanganana dan Pemanfaataan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tapioka dan Sub-tropika*. Terjemahan Karmiyani. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Phan, C.T., E.B. Pantastico, K.Ogata dan K. Chachin. 1986. *Respirasi dan Puncak Respirasi*. Di dalam Pantastico, E. B. *Fisiologi Pasca Panen, Penangan, dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Subtropika*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Prajnanta, Final. 2001. *Agribisnis Cabai Hibrida*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rhodes, M.J.C. 1970. *The Climacteric and Ripening of Fruit*. In A.C. Hulme ed. *The Biochemistry of Their Product*. Vol 1. Academic Press, London and New York.
- Rompas, J.P.,. 2001. *Efek Isolasi Bertingkat Colletotrichum capsici Terhadap Penyakit Antraknosa Pada Buah Cabai*. Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah. Bogor, 22-24 Agustus 2001. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. 163.
- Rukmana, R. 1996. *Usaha Tani Cabai Hibrida Sistem Mulsa Plastik*. Kanisius, Yogyakarta.
- Rukmana, Rahmat. 1998. *Stroberi Budi Daya dan Pasca Panen*. Kanisius, Yogyakarta.
- Santika, A. 2002. *Agribisnis cabai*. Penebar Swadaya, Jakarta 135 hal.
- Setiani, aries. 2007. *Budi Daya dan Analisis Usaha*. CV Sinar Cemerlang Abadi, Jakarta.

- Sutoyo dan Suprpto. 2010. *Budidaya Tanaman Salak*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Jawa Tengah.
- Santoso, B. B. dan B. S. Purwoko. 1995. Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen Tanaman Hortikultura. Indonesia Australia Eastern Universitas Project, Jakarta. 187 hal.
- Setiadi. 2000. Bertanam Cabai. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Setiyani, T. 2011. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Buah Kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan): Pengaruh Jenis, Bagian Buah dan Konsentrasi Ekstrak Buah Kecombrang. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan). 83 hal.
- Soekarto T. S. 1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Soesanto, L. 2006. Penyakit Pascapanen Sebuah Pengantar. Kanisius, Yogyakarta.
- Santoso, B., D. Saputra dan R. Pambayun. 2004. Kajian teknologi *edible coating* dari pati dan aplikasinya untuk pengemas lempok durian. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan XV*(3):239-244.
- Shokraneh, N., P. Arlai, F. R. Ghahroudi, F. Hasannia and S. Sabaghpour. 2017. The Effect of Coating with Green Tea Extract and Collagen Fiber on Quality Attributes of Vacuum Packaged Sausage. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 7(1): 23-30.
- Sudarmadji, S., Bambang H, dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Sudarmadji, S., Bambang H, dan Suhardi. 2003. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty Yogyakarta, Yogyakarta.
- Suhardjo. 1992. Kajian Fenomena Kemasiran Buah Apel (*Malus sylvestris*) Kultivar Rome Beauty. Desertasi Program Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Sumpena, U. 2013. Penetapan Kadar Capsaicin Beberapa Jenis Cabe (*Capsicum* sp.) di Indonesia. *Jurnal Penelitian* 9(2): 9-16.
- Sun, Y. 2007. Impact of Supercritical Adsorption Mechanism on Research of Hydrogen Carrier. *Chinese Science Bulletin* 52(8): 1146-1152.
- Suter, I.K. 1988. Telaah Sifat Buah Salak Bali Sebagai Dasar Pembinaan Mutu Hasil. Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tampubolon, O.T., S. Suhatsyah, dan S. Sastrapradja. 1983. Penelitian Pendahuluan Kimia Kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan). Risalah Simposium Penelitian Tumbuhan Obat III. Fakultas Farmasi, UGM, Yogyakarta.

- Tucker, G. A., Seymour G.B., and J. E. Taylor. 1993. *Biochemistry of Fruit Ripening*. Chapman and Hall. Hal 83-106, London.
- Tranggono dan Sutardi, 1990. *Biokimia dan Teknologi Pasca Panen*. Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Watada, A.E., and B. B. Aulenbach. 1979. Chemical and Sensory Qualities of Fresh Market Tomatoes. *J. Food Sci.* 44(3): 1013-1016.
- Willes, J. V. 2000. Water vapor transmission rates of chitosan film. *Journal of Food Science* 65 (7): 1175-1179
- Wills, R. B. H., McGlasson B, Graham D, and D. Joyce. 1998. *Postharvest. Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*. 4th ed. University of New South Wales, Sydney.
- Wijana, S., Nurika I, dan E. Habibah. 2009. Analisis Kelayakan Kualitas Tapioka Berbahan Baku Gaplek (Pengaruh Asal Gaplek dan Kadar Kaporit yang Digunakan. *Jurnal Teknologi Pertanian* 10(2): 97-105.
- Winarno, F.G dan Aman M. 1981. *Fisiologi Lepas Panen*. Sastra Hudaya, Jakarta.
- Winarno, F. G. dan B. S. L. Jenie. 1983. *Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pencegahannya*. Ghalia Indonesia, Jakarta 275 hlm.
- Winarno, F.G. 1993. *Pangan Gizi Teknologi dan Konsumen*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarti, C., Miskiyah, dan Widaningrum. 2012. Teknologi produksi dan aplikasi pengemas *edible* antimikroba berbasis pati. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 31(3): 85-93.
- Widyaningrum, W. 2011. *Kitab Tanaman Obat Nusantara*. Penerbit Medpress, Yogyakarta. Hal 453.
- Yeni, H.M., Eva, S.B., dan Luthfi, A.M. 2013. Identifikasi Karakter Morfologi Salak Sumatera Utara di Beberapa Daerah Kabupaten Tapanuli Selatan. *Jurnal Agroekoteknologi*. 3 (1): 4-5.
- Yusniawati, Sudarsono, Hajrial Aswidinnoor, Sri Hendrastuti, Djoko Santoso. 2008. Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kandungan Prolina Daun Cabai. *Jurnal Agrista* 12 (1): 19-20.

BIBLIOGRAFI



Soedirman Purwokerto beberapa mata kuliah, Mikrobiologi Pangan, Agroindustri.

Prof. Dr. Rifda Naufalin, S.P., M.Si. Lahir di Kudus pada tahun 1970. Pendidikan kesarjanaan diselesaikan di Fakultas Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman. Berkesempatan studi S2 di Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bidang Ilmu Pangan. Gelar Doktor diperoleh dari Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (2002-2005) dalam bidang Ilmu Pangan. Bekerja sebagai staf pengajar di Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman sejak tahun 1995 hingga sekarang. Mengajar beberapa mata kuliah, yakni Kimia Pangan, Mikrobiologi Dasar, Analisis Pangan, dan Manajemen Mutu Agroindustri.



pengembangan produk pangan berbasis sayuran, buah-buahan, umbi, dan kacang-kacangan. Saat ini masih aktif sebagai mahasiswa Magister Ilmu Pangan, Universitas Jenderal Soedirman angkatan 2018.

Nurul Latifasari, S.TP. Lahir di Banyumas pada tanggal 16 Februari 1996. Pendidikan S1 diselesaikan tahun 2018 di Jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Sejak tahun 2016 hingga sekarang bekerja sebagai asisten dosen di Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian serta staf Pusat Penelitian Pangan Gizi dan Kesehatan, LPPM, Universitas Jenderal Soedirman. Berpengalaman dalam membantu pengembangan produk pangan berbasis sayuran, buah-buahan, umbi, dan kacang-kacangan. Saat ini masih aktif sebagai mahasiswa Magister Ilmu Pangan, Universitas Jenderal Soedirman angkatan 2018.



Siti Nuryanti, S.TP, dilahirkan di Cilacap pada 30 Oktober 1993. Jenjang S1 diselesaikan pada tahun 2017 di Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Sejak tahun 2015 hingga sekarang bekerja sebagai asisten dosen. Tahun 2018 pernah menjadi anggota survei wajib pajak hotel Kabupaten Banyumas selama 6 bulan. Kegiatan lain yang diikuti adalah sebagai staf produksi di “Gendis”. Saat ini masih aktif sebagai mahasiswa Magister Ilmu Pangan, Universitas Jenderal Soedirman angkatan 2017.



Muna Ridha Hanifah, S.TP. Lahir di Purwokerto, Banyumas, 16 April 1996. Pendidikan S1 diselesaikan tahun 2018 di Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Sejak tahun 2018 hingga sekarang bekerja sebagai asisten dosen di Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman.