Digital Repository Universitas Jember

KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA *EDIBLE FILM* ISP-TAPIOKA YANG DIBUAT DENGAN VARIASI PROPORSI GLISEROL DAN EKSTRAK KUNYIT

SKRIPSI

Oleh

Lilik Mutammimah
NIM 121710101089

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017

Digital Repository Universitas Jember

KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA *EDIBLE FILM* ISP-TAPIOKA YANG DIBUAT DENGAN VARIASI PROPORSI GLISEROL DAN EKSTRAK KUNYIT

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Oleh

Lilik Mutammimah
NIM 121710101089

KEMENTRIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
2017

Digital Repository Universitas Jember

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, puji syukur atas rahmat, hidayah, kemudahan dan kekuatannya;
2. Kedua orang tua saya, Ayahanda Jumadi dan Ibunda Siti Nurasiyah tercinta. Terimakasih atas do'a, semangat, serta motivasi kepada anak tercintamu ini. Terimakasih atas dukungan moril, spiritual maupun materi, serta terimakasih atas kasih sayang yang telah diberikan selama ini;
3. Keluarga besar saya yang tidak pernah letih mendoakan dan mendukung kerja keras saya;
4. Guru dan dosen sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi, terimakasih telah membimbing dan mengajarkanku berbagai macam ilmu yang sangat berharga;
5. *My soul brother* Yusri Akhmadi, untuk setiap cinta yang takkan cukup diucapkan oleh kata;
6. Keluarga besar MPA-Khatulistiwa, terimakasih atas arti keluarga. Persaudaraan takkan hilang meskipun kau pergi, dan akan senantiasa menerimamu pulang kembali;
7. Keluarga besar LPM-Manifest, yang telah mengajarkanku tentang budaya demokratis dan kritis. Terus junjung tinggi independensi dan kebebasan pers;
8. Teman-teman seperjuangan THP dan TEP 2012, terimakasih atas persahabatan yang terjalin selama ini;
9. Seluruh civitas akademika FTP UJ, yang pastinya tak cukup kusebutkan satu persatu. Terimakasih untuk seluruh pengalaman yang telah diberikan selama aku menginjakkan kaki di kampus ini;
10. Seluruh pihak yang telah mendukung tuntasnya Skripsi ini. Skripsi tidak harus sempurna, yang penting selesai.

Digital Repository Universitas Jember

MOTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.
(*Terjemahan Surat Al-Mujadalah Ayat 11*)*)

You never know how strong you are until being strong is the only choise you have
(*Bob Marley*) **)

Dunia itu seluas langkah kaki, jelajahi dan jangan pernah takut melangkah, hanya itu kita bisa mengerti kehidupan dan menyatu dengannya
(*Soe Hok Gie*) ***)

---

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.
**) Harizal. 2009. *Penggunaan Lendir Kakao sebagai Media Bakteri Asam Laktat dalam Penghambatan Kapang Biji Kakao Underfermented*. Skripsi Universitas Jember, tidak dipublikasikan.
***) Ramadhani, I. P. 2014. *Karakteristik Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Nugget Nabati Rumput Laut (Eucheuma cottonii) dengan Variasi Penambahan Tepung Kacang Merah*. Skripsi Universitas Jember, tidak dipublikasikan.

Digital Repository Universitas Jember

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Lilik Mutammimah

NIM : 121710101089

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan kuliah kerja yang berjudul "Karakteristik Fisiko-Kimia *Edible Film* ISP-Tapioka yang Dibuat dengan Variasi Proporsi Gliserol dan Ekstrak Kunyit" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 Juni 2017

Yang menyatakan,

Lilik Mutammimah
NIM 121710101089

Digital Repository Universitas Jember

KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA *EDIBLE FILM* ISP-TAPIOKA YANG DIBUAT DENGAN VARIASI PROPORSI GLISEROL DAN EKSTRAK KUNYIT

Oleh

Lilik Mutammimah
NIM 121710101089

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Puspita Sari, S.TP., M.Ph

Digital Repository Universitas Jember

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul "Karakteristik Fisiko-Kimia *Edible Film* ISP-Tapioka yang Dibuat dengan Variasi Proporsi Gliserol dan Ekstrak Kunyit" telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : 5 Juni 2017

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,	Dosen Pembimbing Anggota
Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P.	**Dr. Puspita Sari S.TP., M.Ph**
NIP 19680814 199803 2 001	NIP 19720301 199802 2 001
Penguji Utama,	Penguji Anggota
Ir. Mukhammad Fauzi M.Si	**Dr. Nita Kuswardhani S.TP., M.Eng**
NIP 19630701 198309 1 004	NIP 19710731 199702 2 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP 19680923 199403 1 009

Digital Repository Universitas Jember

RINGKASAN

Karakteristik Fisiko-Kimia *Edible Film* ISP-Tapioka yang Dibuat dengan Variasi Proporsi Gliserol dan Ekstrak Kunyit; Lilik Mutammimah, 121710101089, 2017: 111 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Edible film merupakan salah satu jenis pengemas yang berupa lapisan tipis, terbentuk dari polimerisasi berupa material yang dapat dimakan (Krochta dan Mulder, 1997). Penambahan antioksidan dalam matriks *edible film* dapat mempengaruhi karakteristik fisik maupun kimia yang dihasilkan. Ekstrak kunyit mengandung kurkumin yang memiliki sifat antioksidan. Kurkumin pada ekstrak kunyit dapat mempengaruhi interaksi makromolekul antara karbohidrat dan protein. Hal tersebut dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia *edible film*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak kunyit dan gliserol terhadap karakteristik fisik dan kimia *edible film* yang dihasilkan serta untuk mengetahui konsentrasi ekstrak kunyit dan gliserol yang tepat sehingga dihasilkan *edible film* berbahan dasar ISP dan tapioka dengan karakteristik fisik dan kimia yang baik.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor. Faktor pertama gliserol dengan konsentrasi 2, 2,5, 3 dan 3,5% (b/b) dan faktor kedua ekstrak kunyit dengan konsentrasi 0, 25, 50, 75 dan 100% (v/v). Parameter pengamatan meliputi parameter fisik meliputi warna (*lightness*, warna kromatik biru-kuning/b, *hue* dan *chroma*), ketebalan, perpanjangan, kuat tarik, kelarutan dan transfer uap air serta parameter kimia meliputi kadar air dan aktivitas antioksidan. Data yang diperoleh diolah menggunakan analisis sidik ragam (*analysis of variant*) dengan menggunakan program minitab V.1.7. Apabila terdapat perbedaan atau pengaruh yang signifikan, maka dilakukan uji tukey pada taraf uji $\alpha \leq 5\%$. Penentuan perlakuan terbaik menggunakan uji nilai efektifitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi penambahan gliserol dan ekstrak kunyit memberikan pengaruh nyata terhadap warna warna (*lightness*,

Digital Repository Universitas Jember

warna kromatik biru-kuning atau b, *hue* dan *chroma*), ketebalan, perpanjangan, kuat tarik, kelarutan, transfer uap air, kadar air dan aktifitas antioksidan. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah A2B5 dengan proporsi gliserol 2,5% dan ekstrak kunyit 100%. *Edible film* tersebut memiliki karakteristik sebagai berikut *lightness* 58,8; warna kromatik biru-kuning (b) 15,9; *hue* 95,7; *chroma* 73,3; ketebalan 0,29 mm; perpanjangan 67,3%; kuat tarik 0,15 Mpa; kadar air 12,6155%; kelarutan 39,5232%; transfer uap air 0,0428 g/m^2 detik dan aktivitas antioksidan 42,5342%.

Digital Repository Universitas Jember

SUMMARY

Physical-Chemical Characteristic of Edible Film From ISP-Tapioca With Variation of Glycerol and Extract Turmeric Proportion; Lilik Mutammimah, 121710101089, 2017: 111 pages; Department of Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Edible films is one type of packaging in the thin layers form, formed from polymerization of material that could be eaten (Krochta dan Mulder, 1997). The addition of antioxidants in edible film matrix could affect the physical or chemical characteristics product. Turmeric extract containing curcumin has antioxidant properties. It could affect the physical and chemical properties of edible film. This study was aimed to determine the effect of turmeric extract and glycerol on the physical and chemical characteristics of edible film as well as to determine the appropriate concentration of turmeric extract and glycerol so that the edible film made from isolate soy protein (ISP) and tapioca have good physical and chemical characteristics.

This study was used a completely randomized design (CRD) 2 factors. The first factor was glycerol with a concentration of 2, 2,5, 3 and 3,5% (w/w) and the second factor was turmeric extract with a concentration of 0, 25, 50, 75 and 100% (v/v). Observed parameters were physical parameters include color (lightness, chromatic colors blue and yellow/b, hue and chroma), thickness, elongation, tensile strength, solubility and transfer of moisture and chemical parameters include moisture content and antioxidant activity. The obtained data were processed using analysis of variance (analysis of variants) using Minitab program V.1.7. If there was a difference or a significant influence, then continue with Tukey test ($\alpha \leq 5\%$). The best treatment was determined by effectiveness test .

The results showed that the addition concentration of glycerol and concentration of turmeric extract has significant effect on the color (lightness, blue-yellow chromatic color or b, hue and chroma), thickness, elongation, tensile strength, solubility, transfer of water vapor, moisture content and antioxidant

Digital Repository Universitas Jember

activity. The best treatment in this study was A2B5 treatment with the proportion of glycerol 2,5% and 100% turmeric extract. Edible film has lightness 58,8; chromatic colors blue-yellow (b) 15,9; hue 95,7; chroma 73,3; thickness of 0,29 mm; extension of 67,3%; tensile strength of 0,15 MPa; the water content of 12,6155%; solubility 39,5232%; water vapor transfer 0,0428 g/m^2 seconds and antioxidant activity of 42,5342%.

Digital Repository Universitas Jember

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"**Karakteristik Fisiko-Kimia *Edible Film* ISP-Tapioka yang Dibuat dengan Variasi Proporsi Gliserol dan Ekstrak Kunyit**".** Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak sehingga penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
2. Ir. Giyarto, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si. selaku Komisi Bimbingan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran dan motivasi selama penyusunan laporan;
5. Dr. Puspita Sari S.TP., M.Ph selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak memberikan bimbingan serta saran dalam penyusunan skripsi ini;
6. Ir. Mukhammad Fauzi M.Si selaku Ketua Penguji Skripsi yang telah memberikan bimbingan, saran dan pengarahan hingga penyusunan skripsi ini selesai;
7. Dr. Nita Kuswardhani S.TP., M.Eng selaku Anggota Penguji Skripsi yang telah memberikan saran dan pengarahan hingga penyusunan skripsi ini selesai;
8. Ibu dan Bapak terkasih dan kedua adik saya yang tidak pernah letih mendoakan dan mendukung setiap kerja keras saya;
9. Dosen THP-FTP Universitas Jember yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu selama mengikuti perkuliahan sampai akhir penulisan skripsi;

Digital Repository Universitas Jember

10. Wim Ambarwati S.T, Akhmad Mistar S.P, Ni Ketut Laseni, A.Md, dan Subekah Nawa Kartikasari S.P, yang selalu memberikan motivasi, nasehat serta saran. Terimakasih untuk bantuan, waktu, serta canda tawa disela kesibukan;
11. Yusri Akhmadi, yang selalu berusaha mengerti disaat jenuh dan lelah. Terimakasih untuk do'a, motivasi, canda tawa dan keusilanmu;
12. Bella Martha Saputri sebagai teman seperjuangan Penelitian. Terimakasih atas semangat, kebersamaan, canda tawa dan motivasinya. Semoga kita menjadi orang-orang sukses;
13. Keluarga KK, KKN dan Kos 27 yang telah memberikan keceriaan, senyuman, semangat dan persahabatan;
14. Teman-teman seperjuanganku di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember angkatan 2012, yang selama ini telah memberikan dukungan, semangat, motivasi dan do'a;
15. Sahabat dan keluargaku di LPM Manifest yang selalu kurindukan;
16. Keluarga MPA-Khatulistiwa yang selalu ada dalam suka dan duka;
17. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak kekurangan dan sangat mengharap saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, dan dapat menambah wawasan pembaca pada umumnya.

Jember, 5 Juni 2017 Penulis

Digital Repository Universitas Jember

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERSEMBAHAN ii
HALAMAN MOTO iii
HALAMAN PERNYATAAN iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN v
HALAMAN PENGESAHAN vi
RINGKASAN vii
SUMMARY ix
PRAKATA xi
DAFTAR ISI xiii
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR LAMPIRAN xviii
BAB 1. PENDAHULUAN
1.1 **Latar Belakang** 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.2 Tujuan Penelitian 4
1.3 Manfaat Penelitian 4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA
2.1 *Edible Film* 5
2.1.1 Deskripsi *Edible Film* 5
2.1.2 Metode Pembuatan *Edible Film* 6
2.1.3 Sifat Fisik dan Kimia *Edible Film* 7
2.1.4 *Edible Film* Berantioksidan 10
2.2 Bahan-Bahan Dalam Pembuatan *Edible Film* 11
2.2.1 ISP (*isolate soy protein*) 11
2.2.2 Tapioka 13
2.2.3 Gliserol 14

Digital Repository Universitas Jember

2.3 Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) 16
2.3.1 Kandungan Kimia Kunyit 16
2.3.2 Kandungan Antioksidan Kunyit 17
2.3.3 Aktivitas Antioksidan Kunyit 18
2.4 Ekstraksi 21
2.5 Perubahan-Perubahan Selama Pembuatan *Edible Film* 22
2.5.1 Gelatinisasi dan Retrogradasi Pati 22
2.5.2 Gelasi Protein 24
2.5.3 Gelatinisasi dan Agregasi Protein 25
2.5.4 Interaksi Protein-Karbohidrat 26
2.5.5 Interaksi Gliserol dengan Antioksidan 27
BAB 3. METODOLOGI
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 29
3.2 Bahan dan Alat Penelitian 29
3.2.1 Bahan Penelitian 29
3.2.2 Alat Penelitian 29
3.3 Metode Penelitian 30
3.3.1 Rancangan Percobaan 30
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian 30
3.3.3 Parameter Pengamatan 33
3.4 Prosedur Analisis 33
3.4.1 Ketebalan 33
3.4.2 Warna 33
3.4.3 Kuat Tarik (*Tensile Strength*) 34
3.4.4 Perpanjangan (Persen *Elongasi*) 35
3.4.5 Transmisi Uap Air 35
3.4.6 Kelarutan *Edible Film* 36
3.4.7 Kadar Air 36
3.4.8 Aktivitas Antioksidan 37
3.4.9 Analisa Data 37
3.4.10 Nilai Efektivitas 38

Digital Repository Universitas Jember

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Lightness* (Kecerahan) 39

4.2 Warna Kromatik Biru-Kuning (b) 41

4.3 *Hue* 42

4.4 *Chroma* 44

4.5 Ketebalan 46

4.6 Perpanjangan 47

4.7 Kuat Tarik 49

4.8 Kadar Air 51

4.9 Kelarutan 53

4.10 Transfer Uap Air 55

4.11 Aktivitas Antioksidan 57

4.12 Nilai Efektivitas *Edible Film* 58

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan 60

5.2 Saran 60

DAFTAR PUSTAKA 61

LAMPIRAN 74

Digital Repository Universitas Jember

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Komposisi kimia tepung tapioka 14

Tabel 2.2 Kandungan kimia dalam rimpang kunyit per 100 gram bahan yang dapat dimakan 16

Tabel 3.1 Deskripsi penentuan warna berdasarkan nilai *hue* 34

Tabel 4.1 Tabel hasil uji efektivitas *edible film* ISP-Tapioka yang dibuat dengan variasi proporsi gliserol dan ekstrak kunyit 59

Digital Repository Universitas Jember

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Struktur kimia asam amino protein kedelai	13
Gambar 2.2	Struktur amilosa dan amilopektin	14
Gambar 2.3	Struktur gliserol	15
Gambar 2.4	Struktur kurkuminoid	18
Gambar 2.5	Struktur kurkuminoid	18
Gambar 3.1	Diagram alir pembuatan ekstrak kunyit	31
Gambar 3.2	Diagram alir pembuatan *edible film*	32

Digital Repository Universitas Jember

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

A. Data Hasil Analisis *Lightness Edible Film* 74
B. Data Hasil Analisis Warna Kromatik Biru-Kuning (b) *Edible Film* 77
C. Data Hasil Analisis *Hue Edible Film* 80
D. Data Hasil Analisis *Chroma Edible Film* 83
E. Data Hasil Analisis Ketebalan *Edible Film* 86
F. Data Hasil Analisis Perpanjangan *Edible Film* 89
G. Data Hasil Analisis Kuat Tarik *Edible Film* 92
H. Data Hasil Analisis Kadar Air *Edible Film* 95
I. Data Hasil Analisis Kelarutan *Edible Film* 98
J. Data Hasil Analisis Transfer Uap Air *Edible Film* 101
K. Data Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan *Edible Film* 104
L. Data Hasil Nilai Efektivitas *Edible Film* 107

Digital Repository Universitas Jember

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan hasil pertanian pada umumnya bersifat *perishable* atau mudah mengalami kerusakan. Kerusakan pada bahan hasil pertanian dapat dihambat atau dikurangi dengan perlakuan paska panen agar dapat disimpan lebih lama. Salah satu cara untuk memperlambat kerusakan tersebut adalah dengan pengemasan yang tepat (Hui, 2006). Salah satu bahan pengemas yang sering digunakan pada bahan pangan adalah plastik yang mengandung bahan kimia yang cukup berbahaya dan penggunaannya juga telah banyak menyumbangkan limbah yang mencemari lingkungan. Berdasarkan data kementerian perindustrian tentang impor produk plastik polietilena (PE) dan polipropilena (PP) terus meningkat seiring dengan tumbuhnya konsumsi bahan kimia. Konsumsi PE di Indonesia tahun 2012 sebesar 955.000 ton, 1,03 juta ton tahun 2013, dan meningkat 1,11 juta ton tahun 2014. Sama halnya dengan PE, konsumsi PP juga terus meningkat. Pada 2012 konsumsi PP sebesar 1,3 juta ton, 1,46 juta ton tahun 2013 dan meningkat tahun 2014 menjadi 1,58 juta ton (Kementrian Perindustrian Republik Indonesia, 2015). *Edible film* memberikan alternatif bahan pengemas yang tidak berdampak pada pencemaran lingkungan karena menggunakan bahan yang dapat diperbaharui dan harganya murah (Krochta *et al*., 1994). *Edible film* merupakan salah satu jenis pengemas yang berupa lapisan tipis, terbentuk dari polimerisasi berupa material yang dapat dimakan (Krochta dan Mulder, 1997).

Bahan yang digunakan untuk membuat *edible film* bisa terbuat dari hidrokoloid (karbohidrat dan protein), lemak dan komposit (campuran dari keduanya). *Edible film* yang terbuat dari hidrokoloid sangat baik sebagai penghambat perpindahan oksigen, karbondioksida dan lemak serta memiliki karakteristik yang baik sehingga tidak mudah hancur. Hidrokoloid dapat membantu terbentuknya struktur matriks yang lebih kokoh serta dapat menahan

Digital Repository Universitas Jember

oksigen. *Edible film* yang terbuat dari bahan komposit dapat memberikan sifat yang saling memperbaiki (Poelongasih dan Marseno, 2003).

ISP (*isolate soy protein*) dan tapioka merupakan salah satu hidrokoloid yang telah banyak digunakan. Pembentukan *edible film* berbahan dasar ISP menghasilkan *film* yang baik sebagai penghambat perpindahan oksigen, karbondioksida, lemak, serta memiliki karakteristik fisik yang baik, sehingga baik digunakan untuk memperbaiki struktur *film* agar tidak mudah hancur (Brandenburg *et al*., 2006). Penambahan tapioka digunakan untuk memperbaiki karakteristik *edible film* yang dihasilkan. *Edible film* dari tapioka menghasilkan fleksibilitas dan transmisi uap air tinggi (Gutierrez *et al.,* 2015). Selain biaya yang relatif rendah dibandingkan dengan biopolimer lainnya, pati dapat membentuk *edible film* yang menunjukkan karakteristik fisik yang mirip dengan polimer sintetis (transparan, tidak berbau, dan tahan terhadap O_2) (Ghanbarzadeh *et al.*, 2010). Selain itu penambahan antioksidan pada *edible film* berbasis protein sering dilakukan untuk meningkatkan umur simpan dan kualitas makanan yang akan dilapisi atau dibungkus (Cuppet, 1994).

Edible Film dari campuran ISP (*isolate soy protein*) dan tapioka dari penelitian Antika (2013), menunjukkan karakteristik fisik dan kimia yang baik. Karakteristik tersebut meliputi warna bening atau transparan, kadar air rendah, ketebalan sesuai standart yaitu 0,203-0,244 mm, perpanjangan, kuat tarik, tinggi dan kelarutan rendah. Formulasi bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* yaitu ISP (*isolate soy protein*) sebesar 40% dan tapioka sebesar 60%.

Edible film perlu dikembangkan untuk menunjang peranannya sebagai pembungkus yang dapat mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan pada bahan pangan (buah dan sayur). Tingkat kerusakan buah dan sayur dipengaruhi oleh difusi gas ke dalam dan luar buah dan sayur yang terjadi melalui lentisel yang tersebar dipermukaan buah. Kerusakan tersebut dapat dicegah dengan penggunaan kemasan aktif. Kemasan aktif adalah teknik pengemas yang memiliki kemampuan aktif untuk mempertahankan mutu produk yang dikemas. Pengemasan aktif biasanya mempunyai bahan penyerap O_2, bahan penyerap atau

Digital Repository Universitas Jember

penambah CO_2, penyerap etilen, penyerap air, bahan antimikroba, dan bahan antioksidan (Hui, 2006).

Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) merupakan salah satu rempah-rempah yang banyak digunakan sebagai bahan campuran obat atau jamu. Kandungan utama didalam rimpang terdiri dari protein (6,3 %), lemak (5,1 %), mineral (3,5 %), karbohidrat (69,4 %) dengan kelembaban (13,1 %) (Kapoor, 2000). Kunyit mengandung kurkumin dengan kadar 3 - 4%, terdiri dari kurkumin I, kurkumin II dan kurkumin III (Flynn, 1986). Kurkumin dapat dimanfaatkan sebagai senyawa antioksidan (Purba dan Martosupono, 2009). Salah satu alternatif untuk memanfaatkan kunyit adalah dengan memanfaatkan ekstraknya dalam pembuatan *edible film* yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan. Antioksidan yang ditambahkan pada *edible film* berfungsi agar *edible film* menjadi pengemas aktif sehingga dapat mempertahankan mutu produk yang dikemas.

Material *edible film* memerlukan modifikasi untuk memperbaiki sifat fisik dan kimianya, modifikasi ini biasanya dilakukan dengan menambahkan *plasticizer*. *Plasticizer* didefinisikan sebagai bahan non volatil, bertitik didih tinggi yang jika ditambahkan pada material lain dapat merubah sifat fisik dari material tersebut. Penambahan *plasticizer* dapat mengurangi kerapuhan (Choi dan Han, 2001) serta meningkatkan fleksibilitas *film* (Bertuzzi *et al.*, 2007). Gliserol adalah *plasticizer* yang umum digunakan untuk pembuatan *edible film* (Sobral *et al.*, 2005), meskipun *plasticizer* lain seperti sorbitol, sukrosa, atau glukosa, juga telah digunakan (Leerahawong *et al.*, 2011). Gliserol ditambahkan sebagai *plasticizer* untuk meningkatkan perpanjangan, fleksibilitas *edible film* (Ramos, 2013) dan transmisi uap air (Mu *et al.*, 2012). Namun, jika kadar gliserol yang ditambahkan terlalu tinggi akan menghasilkan formasi matriks polimer lebih banyak sehingga menurunkan kuat tarik dan menaikkan perpanjangan (Perez-gago dan Krochta 2001).

Digital Repository Universitas Jember

1.2 Rumusan Masalah

Penambahan ekstrak kunyit dalam komposisi bahan antara ISP (*isolate soy protein*) dan tapioka akan dapat meningkatkan sifat fungsional *film* (sebagai antioksidan dan antimikroba). Namun penambahan ekstrak kunyit akan mempengaruhi proporsi gliserol dalam pembuatan *edible film* sehingga perlu penyesuaian proporsi gliserol sebagai *plasticizer* agar *edible film* yang dihasilkan bersifat plastis (tidak rapuh). Perbedaan proporsi gliserol dan ekstrak kunyit dalam pembuatan *edible film* kemungkinan dapat mempengaruhi warna, ketebalan dan kadar air pada *film* yang dihasilkan. Namun sejauh mana pengaruh perpanjangan, kuat tarik, kelarutan, transfer uap air dan aktivitas antioksidan pada *film* belum diketahui sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh penambahan ekstrak kunyit dan gliserol terhadap karakteristik fisik dan kimia *edible film* yang dihasilkan;
2. Mengetahui konsentrasi ekstrak kunyit dan gliserol yang tepat sehingga dihasilkan *edible film* berbahan dasar ISP dan tapioka dengan karakteristik fisik dan kimia yang baik.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Meningkatkan nilai guna ISP (*isolate soy protein*) dan tapioka sebagai pengemas primer yang ramah lingkungan;
2. Pengurangan penggunaan kemasan makanan yang bersifat tidak teruraikan (*non-degradable*);
3. Perluasan penggunaan bahan pengemas yang ramah lingkungan dan meningkatkan mutu produk pangan;
4. Penyediaan alternatif kemasan yang mampu memberikan sifat antioksidatif

Digital Repository Universitas Jember

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Edible Film*

2.1.1 Deskripsi *Edible Film*

Edible film merupakan lapisan tipis yang melapisi bahan pangan, layak dikonsumsi dan dapat terdegredasi oleh alam secara biologis (Robertsons, 2013). *Edible film* merupakan alternatif bahan kemasan plastik *biodegradable* (Brauer *et al.,* 2007). *Edible film* didefinisikan sebagai lapisan tipis yang berfungsi untuk pelindung makanan dan mengurangi kerusakan (Cerqueira *et al.,* 2011). Menurut Krochta dan Mulder (1997), *edible film* merupakan salah satu jenis pengemas yang berupa lapisan tipis, terbentuk dari hasil polimerisasi beberapa material yang dapat dimakan.

Edible film memiliki kelebihan dibandingkan dengan pengemas sintetik karena sifatnya yang dapat dimakan (*edible*), *biodegradable*, bahan baku yang tersedia di alam serta berpotensi untuk diaplikasikan, baik pada produk pangan maupun non-pangan (Osorio *et al.,* 2011). *Edible film* mampu meningkatkan daya simpan bahan karena dapat memberikan perlindungan dengan mengurangi transmisi uap air, aroma, dan lemak dari bahan pangan yang dikemas. *Edible film* menjadi salah satu metode paling efektif untuk menjaga kualitas makanan (Han 2000).

Bahan yang digunakan untuk pembuatan *edible film* bisa terbuat dari hidrokoloid, lemak dan komposit (campuran dari keduanya) (Bourtoom, 2008). *Film* yang terbuat dari hidrokoloid sangat baik sebagai penghalang oksigen, karbondioksida, dan lemak. Karakteristik yang dihasilkan sangat baik sehingga tidak mudah hancur (Valenzuela, 2013).

Digital Repository Universitas Jember

2.1.2 Metode Pembuatan *Edible Film*

Salah satu teknik/metode pembuatan *edible film* adalah *solven casting*. *Solven casting* merupakan metode yang sering digunakan untuk membuat *film.* Pada metode ini protein atau polisakarida didispersikan pada campuran air dan *plasticizer* dengan pengadukan. Setelah pengadukan sesegera mungkin adonan dipanaskan dalam beberapa waktu dan dituangkan pada cetakan (*coasting plate*). Adonan dalam cetakan kemudian dikeringkan dalam oven 50-60°C selama 24 jam. *Film* yang telah mengering dilepaskan dari cetakan (Hui, 2006).

Pembuatan *edible film* dengan teknik *solven casting* secara umum meliputi beberapa tahap proses yaitu pencampuran, pemanasan, pencetakan, dan pengeringan. Pencampuran bahan pembentuk *edible film* dilakukan dengan cara pengadukan sampai homogen. Pengadukan yang dilakukan berfungsi untuk mencampur bahan hingga merata agar proses hidrasi bahan dapat berjalan secara sempurna sehingga proses gelatinisasi pada tahap pemanasan terjadi secara merata (Strong, 2000).

Pemanasan dilakukan pada suhu 100°C sambil diaduk. Pada saat proses pemanasan terjadi perubahan sifat fisik pada larutan yaitu terbentuknya pasta yang lebih kental yang diakibatkan karena penyerapan air ke dalam bahan. Pencetakan dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain adalah cetak injeksi, cetak kompresi, cetak tiup, dan penuangan. Penuangan merupakan metode pencetakan yang sederhana dalam pembuatan *edible film* yaitu dengan cara menuangkan larutan pembentuk *edible film* sebanyak 10 ml pada cetakan berupa plat yang dilapisi mika (Strong, 2000).

Pengeringan adalah tahap akhir pembuatan *edible film.* Pengeringan merupakan proses pengurangan kadar air suatu bahan sampai batas tertentu dengan jalan penguapan menggunakan energi panas. Pengeringan dalam pembuatan *edible film* dilakukan dengan menggunakan alat pengering pada suhu 50°C selama 20 jam (Skurtys *et al.*, 2011).

Digital Repository Universitas Jember

2.1.3 Sifat Fisik dan Kimia *Edible Film*

Beberapa sifat fisik dan kimia *edible film* meliputi ketebalan, warna (kecerahan), kuat tarik (MPa), perpanjangan (%), dan transmisi uap air.

a. Ketebalan, merupakan sifat fisik yang akan mempengaruhi laju transmisi uap air, gas dan senyawa volatil serta sifat-sifat fisik lainnya seperti kuat tarik dan perpanjangan. Ketebalan dapat dipengaruhi oleh proporsi *plasticizer* yang ditambahkan. Faktor yang dapat mempengaruhi ketebalan *film* adalah konsentrasi padatan terlarut dalam larutan *film.* Makin tinggi konsentrasi padatan terlarut makin tinggi ketebalan *film* yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan karena jumlah polimer penyusun *film* yang mengakibatkan peningkatan ketebalan *film* (Mc Hugh *et al.,* 1994). Ketebalan *edible film* berpengaruh terhadap laju uap air, gas, dan senyawa volatil lainnya. Semakin tebal *edible film* yang dihasilkan semakin tinggi kemampuannya untuk menghambat laju gas dan uap air, sehingga daya simpan produk semakin lama. Namun, bila terlalu tebal akan berpengaruh terhadap kenampakan dan rasa/tekstur produk saat dimakan. Ketebalan *edible film* biasanya kurang dari 0,25 mm (Skurtys *et al.*, 2011).
b. Warna/kecerahan, merupakan sifat kenampakan *film* yang ditimbulkan oleh distribusi spektral dari cahaya dan warna pada *film* sangat dipengaruhi oleh komponen penyusunya (Razavi *et al.*, 2014);
c. Kuat tarik (MPa) dan perpanjangan (%), merupakan sifat yang paling penting dari *edible film,* karena dapat merefleksikan ketahanan *edible film* dan kemampuan pengemas untuk mempertahankan kekompakan makanan. Kuat tarik merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* dapat tetap bertahan sebelum *film* putus atau sobek. Pengukuran kuat tarik berguna untuk megetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area *film* untuk merenggang atau memanjang. Perpanjangan didefinisikan sebagai presentase perubahan panjang *film* pada saat *film* ditarik sampai putus (Krochta dan Mulder, 1997). Meningkatnya waktu regelatinasi dan waktu Modifikasi Hidrotermal (MH) akan

Digital Repository Universitas Jember

meningkatkan kuat tarik. Sedangkan pada nilai perpanjangan, hasil yang tidak berpengaruh secara nyata (Krisna, 2011).

d. Kadar air, menunjukkan jumlah total air yang terdapat pada *film,* baik berupa air terikat maupun air bebas yang dibandingkan dengan berat *film* tersebut. Kadar air juga dapat dipengaruhi oleh bahan penyusunnya, seperti *plasticizer* yang dapat meningkatkan penyimpanan air pada *film* (Piermaria *et al*. 2011);
e. Transmisi uap air, merupakan laju transfer uap air dari dan ke dalam *film.* Semakin rendah laju transmisi uap air suatu kemasan, semakin sedikit jumlah uap air yang mampu menembus kemasan (Sembiring, 2012). Menurut Wulandari *et al.*, (2013), permeabilitas uap air kemasan adalah kemampuan uap air untuk menembus suatu kemasan pada kondisi suhu dan RH tertentu, sehingga semakin kecil permeabilitas air kemasan maka daya tembus uap air semakin kecil begitupun sebaliknya.
f. Kelarutan, dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi *plasticizer* pada matrik *film* sehingga membentuk sifat hidrofilik pada bahan (Jouki *et al*., 2013). Makin lama waktu regelatinasi dan waktu Modifikasi Hidrotermal (MH), nilai kelarutan makin rendah. Hal ini disebabkan karena kekompakan *film* sebagai akibat dari meningkatnya ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen yang semakin meningkat menyebabkan struktur molekul pati saling kuat berikatan membentuk jaringan yang kompak, sehingga menurunkan daya larut *film*. Amilosa dapat membentuk gel dengan mudah karena bentuk rantainya yang lurus sehingga pembentukan jaringan tiga dimensi berlangsung dengan mudah. Struktur jaringan tiga dimensi disusun oleh ikatan antar percabangan pendek dari molekul amilosa dan membentuk daerah yang kristalin (Krisna, 2011).

Sifat fisik dan kimia *edible film* hasil penelitian Antika (2013), meliputi ketebalan, warna (kecerahan), kuat tarik (MPa), perpanjangan (%), kelarutan, dan transmisi uap air.

Digital Repository Universitas Jember

a. Ketebalan

Edible film dengan ketebalan tertinggi dihasilkan pada rasio ISP dan tapioka 40:60. Pada rasio ISP dan tapioka 40:60 terjadi interaksi antara tapioka dengan isolat protein kedelai. Protein membentuk ikatan ionik dan hidrogen di dalam struktur *film*, sehingga pada rasio 40:60 memiliki ketebalan *edible film* tertinggi. Selain itu, jarak gugus OH molekul pati saling berdekatan menyebabkan peningkatan ikatan antar molekul pati semakin kompak yang mengakibatkan *edible film* semakin kental sehingga setelah pengeringan menghasilkan *edible film* yang tebal.

b. Warna (kecerahan)

Edible film dengan bahan dasar isolat protein kedelai menghasilkan warna lebih kuning dari pada tapioka. Sehingga *edible film* tapioka lebih bening atau cerah daripada isolat protein kedelai. Kenaikan kadar protein dapat menurunkan nilai *lightness.*

c. Kuat tarik (MPa)

Edible film dengan bahan dasar isolat protein kedelai menghasilkan kuat tarik (*tensile stregh*t) lebih besar. Hal ini dikarenakan struktur protein memiliki berbagai jenis rantai samping. Sehingga memungkinkan sembentuk ikatan yang lebih kompak dan kuat.

d. Perpanjangan (%)

Edible film berbahan tapioka memiliki perpanjangan lebih besar daripada isolat protein kedelai karena molekul protein memiliki berbagai jenis rantai samping yang memungkinkan berikatan dengan molekul lain. Penurunan regangan terjadi karena interaksi antara molekul pati dengan meningkatnya isolat protein kedelai. Ikatan antara molekul pati semakin rapat dan kompak sehingga menyebabkan *edible film* semakin kuat. Dengan semakin kuatnya *edible film* yang terbentuk maka semakin sulit *film* untuk merenggang atau memanjang.

e. Kelarutan

Semakin tinggi nilai kelarutan bahan menunjukkan bahwa bahan tersebut semakin mudah larut dalam air. Hal tersebut disebabkan berkurangnya ikatan disulfida dari protein akibat adanya interaksi tersebut. Kelarutan *film*

Digital Repository Universitas Jember

menunjukkan integritas *film* dalam lingkungan cair. *Film* dengan kelarutan yang tinggi menunjukkan ketahanan *film* terhadap air lebih rendah, serta menunjukkan sifat hidrofilisitas *film* tersebut. *Edible film* dengan daya larut yang tinggi menunjukkan *film* tersebut mudah dikonsumsi.

f. Kadar air

Edible film dengan bahan dasar isolat protein kedelai menghasilkan kadar air yang tinggi. Hal ini diduga bahwa protein lebih mampu mengikat air. Semakin banyak molekul protein yang terdapat sebagai pembentuk *film*, maka semakin banyak air yang terikat oleh komponen kimia penyusun bahan dan sebaliknya.

2.1.4 *Edible Film* Berantioksidan

Edible film berfungsi sebagai pembawa komponen bahan makanan seperti antimikroba, antioksidan, flavor, pewarna, dan suplemen gizi (Emiroglu *et al.*, 2010). Keunggulan *edible film* selain dapat menghambat laju transmisi gas maupun uap air (Tihminlioglu *et al.*, 2010), juga mengandung *food aditif* (antioksidan dan antimikroba). Kandungan tersebut berfungsi dalam menghambat proses oksidasi dan pertumbuhan mikroba pada produk yang dikemas (Bagchi, 2012).

Pada kemasan *edible film* dapat ditambahkan bahan antioksidan untuk mencegah terjadinya oksidasi penyebab ketengikan (Baldwin *et al.*, 1995). Penambahan antioksidan dapat memberikan perlindungan lebih lanjut karena sifat penghalang oksigen dari *edible film* meningkat (Ayranci dan Tunc, 2003, 2004), sehingga dapat membantu meningkatkan kualitas makanan (Salgado *et al.*, 2010). Antioksidan merupakan salah satu senyawa yang dapat ditambahkan ke dalam pembuatan *edible film*. Penambahan antioksidan ini bertujuan agar *edible film* tersebut memiliki zat aktif yang dapat menghambat terjadinya proses oksidasi (Kurniawati, 2007).

Edible film berbasis protein dapat berfungsi sebagai antimikroba dan antioksidan, sehingga dapat digunakan untuk mengontrol laju difusi zat pengawet dari permukaan kebagian dalam makanan (Bourtoom, 2008). Penggabungan

Digital Repository Universitas Jember

protein dan polisakarida dapat meningkatkan fungsi *edible film* (Parris and Coffin *et al.*, 1997). Selain itu kunyit dapat ditambahkan pada *edible film* yang dapat memberikan efek pengawetan (Sriket dan Kittiphattanabawon, 2013). *Edible film* berbasis tapioka yang ditambahkan dengan kunyit dapat mempertahankan efek penghambatan terhadap pertumbuhan mikroba (Doles *et al.*, 2014).

2.2 Bahan-Bahan dalam Pembuatan *Edible Film*

2.2.1 ISP (*isolate soy protein*)

Protein kedelai adalah protein yang paling lengkap susunan asam aminonya, kualitasnya hampir menyamai kualitas protein hewani. Sifat fungsional protein dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok utama, yaitu (1) sifat hidrasi (berhubungan dengan interaksi protein-air) seperti daya ikat air, kebasahan, daya lekat, kekentalan, dan kelarutan; (2) sifat yang berhubungan dengan interaksi protein-protein seperti pembentukan gel, dan (3) sifat-sifat permukaan seperti tegangan permukaan, emulsifikasi dan pembentukan buih (Cheftel *et al.*, 1985). Salah satu sifat fungsional protein kedelai yang sangat potensial untuk dikembangkan dalam industri pangan adalah kemampuannya untuk membentuk *film* dan gel yang cukup baik (Kinsella, 1979).

Sifat fungsional protein dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu sifat intrinsik, faktor lingkungan, dan perlakuan selama proses. Menurut Damodaran dan Kinsella (1982), yang termasuk sifat intrinsik adalah komposisi protein, bentuk protein, jumlah komponen penyusun protein serta keragaman komponen penyusun protein. Adanya air, ion, lemak, gula, suhu dan pH lingkungan merupakan faktor-faktor lingkungan, sedangkan perlakuan selama proses pembuatan produk makanan yang mempengaruhi sifat fungsional adalah pemanasan, pengeringan, pendinginan sera modifikasi.

Isolat protein kedelai merupakan produk dari protein bebas lemak maupun berlemak rendah dari biji kedelai utuh yang diolah sedemikian rupa sehingga kandungan proteinnya tinggi. Isolat protein kedelai berbentuk tepung dan mengandung 95% protein dalam berat kering, sisanya adalah karbohidrat dan

Digital Repository Universitas Jember

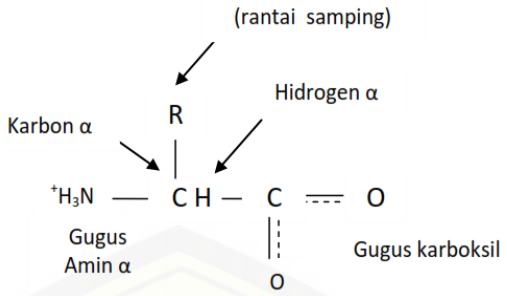
mineral (Anonimous, 1990). Kadar protein yang lebih murni menyebabkan sifat fungsional isolat protein kedelai lebih baik daripada tepung atau konsentrat protein kedelai (Koswara, 1992).

Isolat Protein dibuat dengan cara melarutkan protein tepung dengan basa encer (NaOH) pada pH 7-9, proses pelarutan dilakukan dengan pemanasan pada suhu yang tidak tinggi agar tidak terjadi denaturasi dan membuang endapan yang tidak larut dengan cara pemusingan atau penyaringan. Ekstrak yang didapat diasamkan (HCl) sampai pH 4-5, agar terjadi pengendapan protein. Endapan ini kemudian dikeringkan atau dinetralkan dengan NaOH, dan dikeringkan dengan pengeringan semprot (Spray Dryer) dan membentuk isolate protein (Winarno, 1993). Isolat protein dibuat dengan cara mengendapkan protein pada titik isoelektriknya (Triyono, 2010).

Edible film berbasis protein memiliki sifat penahan (*barrier)* yang selektif untuk menghambat perpindahan gas, uap air, dan bahan terlarut dibandingkan dengan *edible film* yang dibuat dari lemak dan polisakarida. *Edible film* berbasis protein yang dikombinasikan dengan bahan hidrofobik dan polimer sintetis dapat menghasilkan karakteristik yang lebih baik (Krochta 2002). *Edible film* berbasis protein menunjukkan penghambatan perpindahan gas yang baik, sehingga *edible film* protein cocok digunakan untuk bahan kemasan makanan untuk mencegah pertumbuhan mikroba aerobik dan oksidasi lipid dalam makanan (Wittaya, 2012).

Protein kedelai berfungsi sebagai pembentuk struktur pada pembuatan *edible film.* Hal ini terjadi karena pada kondisi suhu dan tekanan tinggi, ikatan antar molekul pada protein kedelai akan terputus sehingga memungkinkan terjadinya ikatan baru dengan struktur berbeda. Pada proses tempering terbentuk ikatan antar molekul yang baru. Hal ini mendasari prinsip pada pembuatan *edible film* berbahan dasar protein kedelai. Kedua proses tersebut sangat mempengaruhi struktur *film* yang dihasilkan. Semakin banyak ikatan baru yang terbentuk *edible film* yang dihasilkan semakin bagus (Gennadios *et al.*, 1993). Struktur kimia asam amino protein kedelai dapat dilihat pada **Gambar 2.1.**

Digital Repository Universitas Jember



Gambar 2.1 Struktur kimia asam amino protein kedelai

2.2.2 Tapioka

Tapioka adalah pati yang diperoleh dari ubi kayu setelah melalui proses pengupasan, pencucian, penghancuran, pengendapan, dan pengeringan. Tapioka digunakan dalam industri pangan sebagai sumber karbohidrat serta bahan tambahan pangan yang berfungsi sebagai pengental, bahan pengisi, dan penstabil makanan (Radiyati dan Agusto, 1990). Tapioka memiliki kandungan pati yang tinggi (85-87%) dengan kandungan amilosa 17-20% dan amilopektin 80-83%, bersifat mudah membengkak dalam air panas dengan membentuk kekentalan yang dikehendaki. Ukuran dan morfologi granula pati bergantung pada jenis tanamannya serta bentuknya dapat berupa lingkaran, elips, lonjong, polyhedral atau polygonal, bentuk yang tidak teratur (Elida, dalam Antika, 2013).

Pati merupakan polisakarida yang tersusun oleh molekul glukosa yang terdiri dari molekul amilosa dan amilopektin. Seperti halnya pati, tapioka berbentuk makromolekul, tidak bermuatan, berbentuk granula yang padat dan tidak larut dalam air dingin, jika dipanaskan akan mengalami gelatinisasi. Tapioka dalam keadaan kering berwarna putih dan dalam bentuk gel berwarna *opaque* (Mulyoharjo, dalam Antika 2013).

Edible film berbasis pati dari menghasilkan fleksibilitas dan transmisi uap air tinggi (Gutierrez *et al.,* 2015) serta meningkatkan kekuatan gel (Li *et al.,* 2007). Selain biaya yang relatif rendah dibandingkan dengan biopolimer lainnya, pati dapat membentuk *edible film* yang menunjukkan karakteristik fisik yang mirip dengan polimer sintetis (transparan, tahan terhadap air dan O_2) (Ghanbarzadeh *et al.,* 2010). Komposisi kimia tepung tapioka dapat dilihat pada

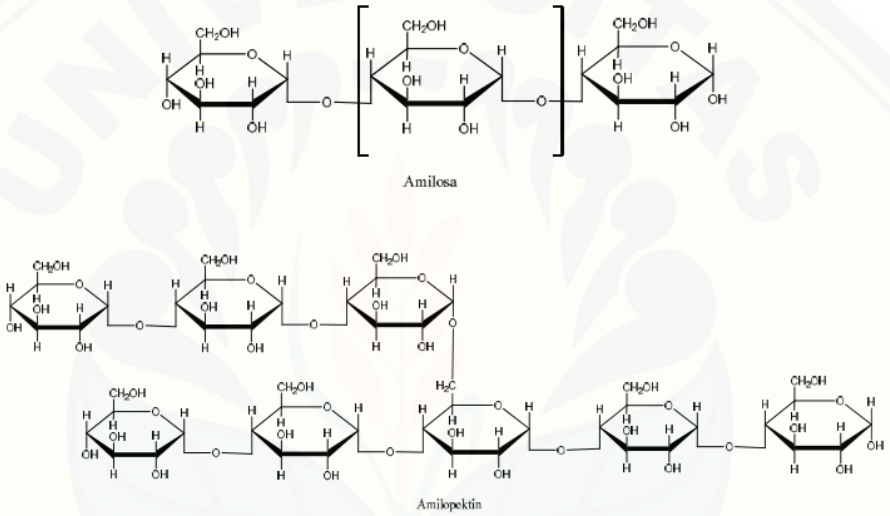
Digital Repository Universitas Jember

tabel **Tabel 2.1** dan struktur amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada **Gambar 2.2.**

Tabel 2.1 Komposisi kimia tepung tapioka

Komposisi	Jumlah
Serat (%)	0.5
Air (%)	15
Karbohidrat (%)	85
Protein (%)	0.5-0.7
Lemak (%)	0.2
Energi (kalori/100 gram)	307

Sumber: Grace (1977).



Gambar 2.2 Struktur amilosa dan amilopektin

2.2.3 Gliserol

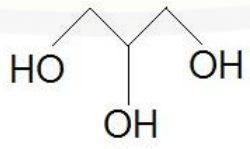
Gliserol adalah senyawa golongan alkohol polihidrat dengan 3 buah gugus hidroksil dalam satu molekul (*alcohol trivalent*). Rumus kimia gliserol adalah $C_3H_8O_3$, dengan nama kimia 1,2,3 propanatriol. Berat molekul gliserol adalah 92,1 massa jenis 1,23 g/cm^2 dan titik didihnya 209°C, berbentuk cair, tidak berbau, tidak berwarna, higroskopis, dan dapat larut dalam air dan alkohol (Zulfikar, 2015). Gliserol memiliki sifat mudah larut dalam air, meningkatkan viskositas larutan, mengikat air, dan menurunkan *Aw*. Gliserol dapat meningkatkan molekul polar seperti air. Peran gliserol sebagai *plasticizer* dan meningkatkan fleksibilitas *film* (Bertuzzi *et al.*, 2007).

Digital Repository Universitas Jember

Gliserol dapat digunakan sebagai *plasticizer* karena senyawa ini merupakan molekul hidrofilik dan dapat dengan mudah masuk diantara rantai protein. Gliserol akan membentuk ikatan hidrogen dengan grup amida dari protein. Masuknya gliserol dalam struktur protein akan mengurangi interaksi dan kedekatan antar rantai protein sehingga pergerakan rantai protein menjadi lebih baik (Yoyo, 1995).

Plasticizer yang paling umum adalah poliol (misalnya gliserol, sorbitol dan polietilen glikol), mono-, di- atau oligosakarida, dan lipid dan turunannya (Guilbert, 1995). Gliserol adalah *plasticizer* yang umum digunakan untuk pembuatan *edible film* (Sobral *et al.*, 2005), meskipun *plasticizer* lain seperti sorbitol, sukrosa, atau glukosa, juga telah digunakan (Leerahawong *et al.*, 2011). Penambahan gliserol dapat menyebabkan perubahan sifat-sifat yang signifikan dari *edible film*. Gliserol mampu mengurangi ikatan hydrogen dengan cara meningkatkan daya pengikatan air dan meningkatkan ruang intermolekul, sehingga dapat memberikan rongga yang memungkinkan terjadinya difusi molekul penetran (Layuk, 2002).

Gliserol adalah bahan yang paling mempengaruhi karakteristik *edible film* karena efek *plasticizing* pada matriks polimer (Maran, 2013). Gliserol ditambahkan sebagai *plasticizer* untuk meningkatkan perpanjangan dan fleksibilitas *edible film* (Ramos, 2013) dan transmisi uap air (Mu *et al.*, 2012). Namun, jika kadar gliserol yang ditambahkan terlalu tinggi akan menghasilkan formasi matriks polimer lebih banyak sehingga menurunkan kuat Tarik dan menaikkan perpanjangan (Ramos, 2013). Selain itu, kandungan *plasticizer* (gliserol) juga mempengaruhi difusi (Lee *et al.*, 2015). Struktur gliserol dapat dilihat pada **Gambar 2.3.**



Gambar 2.3 Struktur gliserol

Digital Repository Universitas Jember

2.3 Kunyit (*Curcuma domestica* Val.)

2.3.1 Kandungan Kimia Kunyit

Kunyit merupakan salah satu rempah-rempah yang banyak digunakan sebagai bahan campuran obat atau jamu. Selain itu juga digunakan sebagai bumbu dapur dan zat pewarna alami. Kandungan utama didalam rimpangnya terdiri dari protein (6,3 %), lemak (5,1 %), mineral (3,5 %), karbohidrat (69,4 %) dan kelembaban (13,1 %) (Kapoor, 1990). Kunyit mengandung kurkumin dengan kadar 3 - 4%, terdiri dari kurkumin I, kurkumin II, dan kurkumin III (Flynn, 1986). Kurkumin dapat dimanfaatkan sebagai senyawa antioksidan (Purba dan Martosupono, 2009).

Curcumin merupakan komponen penting dari *Curcuma domestica* Val. yang memberikan warna kuning yang khas. Curcumin termasuk golongan senyawa polifenol dengan struktur kimia mirip asam ferulat yang banyak digunakan sebagai penguat rasa pada industri makanan (Pan *et al*., 1999). Curcumin tidak larut dalam air tetapi larut dalam etanol atau dimetilsulfoksida (DMSO). Degradasi Curcumin tergantung pada pH dan berlangsung lebih cepat pada kondisi netral-basa (Aggarwal *et al*., 2003). Kandungan kimia dalam rimpang kunyit per 100 gram bahan dapat dilihat pada **Tabel 2.2.**

Tabel 2.2 Kandungan kimia dalam rimpang kunyit per 100 gram bahan yang dapat dimakan.

Nama Komponen	Komposisi
Air	11,4 g
Kalori	1480 kal
Karbohidrat	64,9 g
Protein	7,8 g
Lemak	9,9 g
Serat	6,7 g
Abu	6,0 g
Kalsium	0,182 g
Fosfor	0,268 g
Besi	41 g
Vitamin B	5 mg
Vitamin C	26 g
Minyak Atsiri	3 %
Kurkumin	3 %

Sumber: Winarto (2008)

Digital Repository Universitas Jember

2.3.2 Kandungan Antioksidan Kunyit

Kurkumin adalah fraksi dari kurkuminoid yang mengandung banyak khasiat. Kurkumin dan turunannya merupakan zat aktif yang mempunyai aktifitas biologis berspektrum luas. Kurkuminoid tersusun atas 3 macam senyawa, yaitu kurkumin yang merupakan kandungan utamanya, demetoksi kurkumin dan bisdemetoksi kurkumin. Kurkumin merupakan diketon simetrik yang gugus karbonilnya terkonjugasi oleh cincin fenolik (Flynn, 1986).

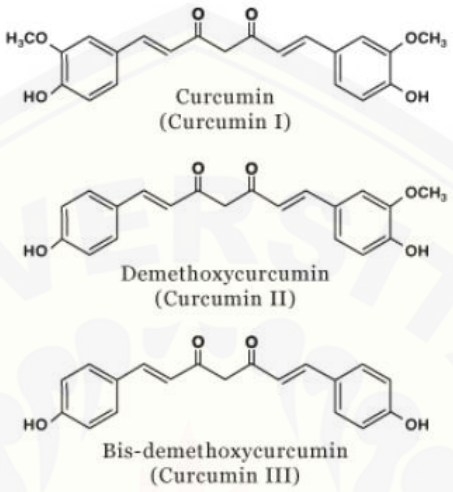
Sifat kimia kurkuminoid yang menarik adalah sifat perubahan warna akibat perubahan pH lingkungan. Dalam suasana asam, kurkuminoid berwarna kuning atau kuning jingga, sedangkan dalam suasana basa merah. Keunikan lain terjadi pada sifat kurkumin dalam suasana basa, karena selain terjadi proses disosiasi, pada suasana basa kurkumin dapat mengalami degradasi membentuk asam ferulat dan ferulloilmetan. Degradasi ini terjadi bila kurkumin berada dalam lingkungan pH 8,5-10,0 dalam waktu yang relatif lama, walaupun hal ini tidak berarti bahwa dalam waktu yang relatif singkat tidak terjadi degradasi kurkumin, karena proses degradasi sangat dipengaruhi juga oleh suhu lingkungan (Tonnesen dan Karlsen, 1985).

Kurkumin akan mengalami dekomposisi jika terkena cahaya. Kurkumin memperlihatkan kepekaan terhadap radikal bebas serta dapat bereaksi selama atom H dilepas atau radikal hidrosil ditambah pada molekul kurkumin. Pengurangan sebuah atom H menghasilkan pembentukan radikal kurkumin yang terdekomposisi atau menjadi stabil dengan sendirinya (Nurfina *et al.*, 1997).

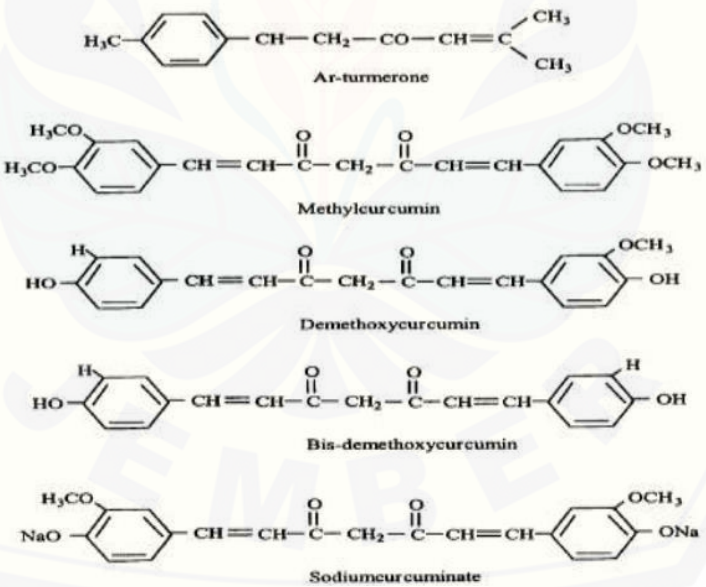
Kurkuminoid merupakan unsur non zat gizi yang mempunyai karakteristik senyawa khas dari kurkumin yang berwarna kuning dan bersifat aromatik, terdiri dari campuran kurkumin, desmetoksikurkumin, dan bidesmetoksikurkumin sehingga apabila digunakan dalam makanan atau minuman akan memberikan warna kuning sekaligus aroma, bau dan rasa khas pada makanan dan minuman. Sedangkan dalam bidang kesehatan, kurkuminoid bermanfaat sebagai senyawa antioksidan yang dapat menangkal atau melokalisir radikal bebas akibat mengkonsumsi makanan yang kurang sehat, sehingga kurkuminoid mempunyai efek antirematik dalam pengobatan secara tradisional (Istafid, 2006). Kurkumin

Digital Repository Universitas Jember

juga dimanfaatkan sebagai zat tambahan untuk memberikan warna (Nielsen and Holst, 2005) dan aroma pada makanan (Hendry, and Houghton, 1992). Struktur kurkuminoid dapat dilihat pada **Gambar 2.4** dan struktur kurkuminoid dapat dilihat pada **Gambar 2.5.**



Gambar 2.4 Struktur kurkuminoid (Popuri dan Pagala, 2013)



Gambar 2.5 Struktur kurkuminoid (Chattopadhayay *et al.*, 2004)

2.3.3 Aktivitas Antioksidan Kunyit

Kunyit sebagai antioksidan mempunyai banyak kegunaan terutama untuk kesehatan tubuh dalam menangkal radikal bebas. Tanpa disadari di dalam tubuh

Digital Repository Universitas Jember

kita secara terus menerus terbentuk radikal bebas melalui peristiwa metabolisme normal, peradangan, kekurangan gizi dan akibat respon terhadap pengaruh dari luar tubuh, seperti polusi, ultraviolet, asap rokok, dan lain-lain. Oleh karena itu, tubuh memerlukan suatu substansi penting yaitu antioksidan yang dapat membantu melindungi tubuh dari serangan radikal bebas dengan meredam dampak negatif senyawa ini. Aktivitas antioksidan terdiri dari beberapa mekanisme diantaranya mencegah reaksi berantai, mencegah pembentukan peroksida, mencegah pengambilan atom hidrogen, mereduksi dan menangkap radikal (Kim, 2005).

Kurkuminoid mempunyai mekanisme antioksidan hampir sama dengan antosianin, karena senyawa tersebut mempunyai gugus fenolik yang merupakan gugus penting sebagai zat antioksidan. Mekanisme antioksidannya mempunyai dua fungsi. Fungsi utamanya adalah dalam pemberian atom hidrogen. Senyawa antioksidan (AH) dapat memberikan atom hidrogen secara cepat ke radikal lipida (R*, ROD*) atau mengubahnya ke bentuk lebih stabil, sementara turunan radikal antioksidan (A*) tersebut memiliki keadaan lebih stabil dibanding radikal lipida. Fungsi kedua merupakan fungsi sekunder antioksidan, yaitu memperlambat laju autooksidasi dengan berbagai mekanisme di luar mekanisme pemutusan rantai autooksidasi dengan pengubahan radikal ke bentuk lebih stabil (Gordon, 1990).

$$R^* + AH \rightarrow RH + A^*$$

(Radikal Lipida)

$$ROO^* + AH \rightarrow ROH + A^*$$

Radikal-radikal antioksidan (A*) yang terbentuk pada reaksi tersebut relatif stabil dan tidak mempunyai cukup energi untuk dapat bereaksi dengan molekul lipida lain membentuk radikal lipida baru lagi. Radikal-radikal antioksidan dapat saling bereaksi membentuk produk non radikal. Apabila penambahan konsentrasi antioksidan besar, maka akan berpengaruh pada laju oksidasi konsentrasi yang lebih tinggi. Konsentrasi yang lebih tinggi tersebut dapat menyebabkan aktifitas antioksidan untuk golongan fenolik hilang, bahkan dapat berubah menjadi prooksidan (Gordon, 1990). Mekanisme keterangan ini adalah:

Digital Repository Universitas Jember

$$AH + O_2 \rightarrow A^* + HOO^*$$

$$AH + ROOH \rightarrow RO^* + H_2O + A^*$$

Pengaruh jumlah konsentrasi pada laju oksidasi tergantung pada struktur antioksidan, kondisi lingkungan, dan sampel yang akan diuji. Penghambatan oksidasi lipida oleh antioksidan melalui lebih dari satu mekanisme tergantung pada kondisi reaksi dan sistim makanan. Ada empat kemungkinan mekanisme penghambatan tersebut yaitu (a) pemberian hidrogen, (b) pemberian elektron, (c) penambahan lipida pada cincin aromatik antioksidan, dan (d) pembentukan kompleks antara lipida dan cincin aromatik antioksidan (Gordon, 1990).

Senyawa fenolik yang terdapat pada ekstrak kurkumin berperan terhadap aktifitas penangkapan radikal yang menunjukkan peranannya sebagai antioksidan primer. *Curcuma domestica* banyak dikonsumsi masyarakat dan banyak diteliti kegunaannya karena kandungan metabolitnya yang besar. Dengan struktur kurkuminoid terbukti mampu menangkap radikal bebas DPPH secara in vitro dan in vivo (Purba dan Martosupono, 2009).

Menurut penelitian Wahyudi (2006), kurkumin memiliki kemampuan sebagai antioksidan untuk menghambat radikal bebas stabil DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). Efek antioksidan dari kurkumin lebih besar dibandingdengan asam askorbat maupun asam sitrat. Penambahan kurkumin pada asam askorbat cukup efektif, selain dapat meningkatkan aktifitas antioksidan, juga dapat memberi efek sinergisme.

Untuk mengetahui aktivitas antioksidan kurkumin digunakan pengujian dengan metode DPPH. Pengujian dengan metode DPPH didasarkan pada pengukuran kemampuan antioksidan yang diuji dalam menangkap radikal bebas stabil 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (Ching *et al.*, 2014). Hasil analisa aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH menunjukkan kurkumin memiliki aktivitas antioksidan yang cukup besar 87,1045% dengan konsentrasi $2{,}0729 \times 10^{-5}$ M, bila dibandingkan dengan aktivitas antioksidan pigmen alami lainnya yaitu klorofil a, kurkuminoid masih jauh lebih besar. Aktivitas antioksidan klorofil a dengan konsentrasi setengahnya, 1×10^{-5} M, yaitu sebesar 10,05%.

Digital Repository Universitas Jember

Kurkumin merupakan senyawa yang memiliki potensi yang besar dalam perannya sebagai antioksidan (Purba dan Martosupono, 2009).

Kurkumin merupakan molekul dengan kadar polifenol yang rendah namun memiliki aktivitas biologi yang tinggi antara lain memiliki potensi sebagai antioksidan (Jayaprakasha *et al.*, 2006). Aktivitas antioksidan kurkumin disebabkan oleh kemampuan donor atom hidrogen oleh β-diketon untuk menetralkan radikal bebas (Jovanovic, 2001). Struktur kurkumin terdiri dari gugus hidroksi fenolik dan gugus β-diketon. Gugus hidroksi fenolik berfungsi sebagai penangkap radikal bebas pada fase pertama mekanisme antioksidatif dan gugus β-diketon sebagai penangkap radikal bebas fase berikutnya (Tonnesen dan Greenhill, 1992).

2.4 Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu metoda operasi yang digunakan dalam proses pemisahan suatu komponen dari campurannya dengan menggunakan sejumlah massa bahan (solven) sebagai tenaga pemisah. Apabila komponen yang akan dipisahkan (*solute*) berasal dalam fase padat, maka proses tersebut dinamakan pelindihan atau *leaching* (Maulida, 2010). Ekstraksi adalah penyarian zat-zat berkhasiat atau zat-zat aktif dari bagian tanaman obat, hewan dan beberapa jenis ikan termasuk biota laut. Zat-zat aktif terdapat di dalam sel, namun sel tanaman dan hewan berbeda demikian pula ketebalannya, sehingga diperlukan metode ekstraksi dengan pelarut tertentu dalam mengekstraksinya. Tujuan ekstraksi bahan alam adalah untuk menarik komponen kimia yang terdapat pada bahan alam. Ekstraksi ini didasarkan pada prinsip perpindahan massa komponen zat ke dalam pelarut, dimana perpindahan mulai terjadi pada lapisan antar muka kemudian berdifusi masuk ke dalam pelarut (Harbone, 1987)

Ekstraksi dapat dilakukan dengan berbagai cara, tetapi umumnya menggunakan pelarut berdasarkan pada kelarutan komponen terhadap komponen lain dalam suatu campuran. Pada ekstraksi tersebut terjadi pemisahan pada komponen yang mempunyai kelarutan lebih rendah terhadap pelarut yang

Digital Repository Universitas Jember

digunakan. Komponen yang larut dapat berupa cairan maupun padatan. Faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi antara lain jenis pelarut (Guenter,1987) ukuran bahan yang akan diekstrak (Eskilsson and Bjorklund, 2000), suhu dan waktu proses ekstraksi (Yuniwati, 2012), rasio bahan dengan pelarut (Eskin, 1990) dan kecepatan pengadukan (Indah 2010).

Suhu dan proses ekstraksi berperan penting dalam pembuatan ekstrak kunyit. Ekstraksi pelarut merupakan metode yang lebih cocok untuk mengekstrak kurkumin dari kunyit dibandingkan dengan destilasi uap dan ekstraksi soxhlet karena ekstraksi pelarut tidak memerlukan suhu yang tinggi. Suhu tinggi dapat merusak aktivitas antioksidan yang terdapat pada bahan. Ekstraksi pada suhu 50°C menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi (Ching *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian Bagchi (2012), ekstraksi pelarut menggunakan aquades selama 90 menit menghasilkan ekstrak kurkumin yang lebih optimal.

2.5 Perubahan-Perubahan Selama Pembuatan *Edible Film*

2.5.1 Gelatinisasi dan Retrogradasi Pati

Pati tidak larut dalam air dingin, tetapi jika dipanaskan akan mengalami gelatinisasi dan viskositasnya akan naik. Hal ini disebabkan karena pemanasan yang menyebabkan energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat dari pada daya tarik menarik antara molekul pati dalam granula, sehingga air dapat masuk kedalam pati dan pati akan mengembang. Granula pati akan terus mengembang dan pecah sehingga tidak bisa kembali pada kondisi semula. Perubahan inilah yang disebut dengan gelatinisasi (Whistler *et al.*, 1984).

Menurut Winarno (2002), gelatinisasi adalah perubahan yang terjadi pada granula saat mengalami pembengkakan yang luar biasa dan tidak dapat kembali ke bentuk semula. Menurut Hui (2006), gelatinisasi adalah peristiwa koagulasi koloid dengan ikatan rantai polimer atau penyerapan zat terlarut sehingga membentuk jaringan tiga dimensi yang tidak terputus. Hal tersebut dapat mengakibatkan terperangkapnya air dan terhentinya aliran zat cair yang ada disekelilingnya sehingga terjadi proses pengorientasian parikel.

Digital Repository Universitas Jember

Proses gelatinisasi terjadi karena kerusakan ikatan hidrogen yang berfungsi untuk mempertahankan struktur dan integritas granula pati. Kerusakan integritas pati menyebabkan granula pati menyerap air, sehingga sebagian fraksi terpisah dan masuk ke dalam medium. Bila suspensi pati dalam air dipanaskan, beberapa perubahan selama terjadinya gelatinisasi dapat diamati. Mula-mula suspense pati yang keruh seperti susu akan menjadi jernih pada suhu tertentu, tergantung pada jenis pati yang digunakan. Bila energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat dari pada daya tarik-menarik antarmolekul pati didalam granula. Hal inilah yang menyebabkan bengkaknya granula tersebut (Winarno, dalam Marthaningtyas, 2013).

Suhu pada saat granula pati pecah disebut suhu gelatinisasi. Suhu gelatinisasi dipengaruhi oleh ukuran amilosa dan amilopektin serta keadaan media pemanasan. Suhu gelatinisasi ditentukan menggunakan viscometer. Suhu gelatinisasi pada jagung 62-70°C, beras 68-78°C, gandum 54,5-64°C, kentang 58-66°C, dan tapioka 52-64°C (Winarno, 2002).

Keadaan pemanasan yang mempengaruhi proses gelatinisasi adalah rasio pati dan air, laju pemanasan, dan adanya komponen-komponen lain dalam media pemanasnya (Wirakartakusumah, dalam Marthaningtyas, 2013). Selain itu, suhu gelatinisasi juga dipengaruhi oleh *associative force* dalam granula pati. Semakin tinggi suhu gelatinisasi suatu jenis pati menunjukkan semakin tinggi gaya ikat dalam granula pati tersebut (Wootton *et al.*, dalam Marthaningtyas, 2013).

Menurut Winarno, dalam Sartika (2013) proses gelatinisasi dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu:

a. asal pati: meliputi ukuran granula dan kandungan amilosa/amilopektin pati masing-masing bahan, granula ubi kayu berukuran 5-35 mikrin dan terdiri dari amilosa 20% dan amilopektin 80%;
b. pH larutan dan suhu air yang ditambahkan: dimana pH optimum 4-7. Apabila pH terlalu tinggi maka pembentukan gel semakin cepat, namun cepat turun lagi. Sedangkan jika suhu air tidak tepat gelatinisasi tidak akan terjadi;
c. konsentrasi pati: semakin kental suatu larutan, maka suhu gelatinisasi semakin lama tercapai. Konsentrasi terbaik untuk pembentukan gel adalah 20%;

Digital Repository Universitas Jember

d. penambahan gula: gula akan menurunkan kekentalan dengan mengikat air sehingga suhu gelatinisasi semakin tinggi;
e. perlakuan mekanis, seperti pengadukan mempercepat terjadinya suhu gelatinisasi;
f. adanya konstituen organik dan anorganik: lipida mampu mempengaruhi suhu gelatinisasi dengan menyelubungi granula pati sehingga memperlambat penetrasi air dan amilosa sulit larut yang menyebabkan gel sulit terbentuk;
g. tinggi suhu: semakin tinggi suhu maka laju reaksi kimia semakin naik, baik yang tidak dikatalis maupun yang dikatalis oleh enzim.

Bila pasta pati dingin, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan mlekul-molekul amilosa untuk bersatu kembali. Molekul-molekul amilosa berikatan kembali satu sama lain serta berikatan dengan cabang amilopektin pada pinggir-pinggir luar granula melalui ikatan hidrogen intermolekul, sehingga penggabungan butir pati yang membengkak membentuk mikrokristal dan mengendap. Proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi tersebut disebut retrogradasi. Laju retrogradasi dipengaruhi oleh suhu, ukuran, bentuk, dan kepekatan molekul-molekul pati oleh keberadaan bahan lain (Hariyadi, dalam Marthaningtyas, 2013).

2.5.2 Gelasi Protein

Gelasi adalah sifat struktural, hidrasi, tekstural, dan rheologi dari protein. Gel terbentuk ketika sebagian protein *unfolded* membentuk segmen *uncoilded* yang berinteraksi pada titik tertentu sehingga membentuk jaringan tiga dimensi. Formasi gel tiga dimensi tersebut merupakan hasil dari ikatan hidrogen, interaksi ion dan hidrofobik, ikatan Van der Waals, dan ikatan kovalen disulfida. Protein sering digunakan untuk menghasilkan sifat rheologi (tekstur) tertentu melalui peristiwa gelasi protein. Sifat unik gel protein adalah bentuknya yang padat tetapi memiliki karakteristik seperti cairan (Zayas, 1997).

Protein kedelai pada konsentrasi lebih besar dari 8% dengan pemanasan akan berubah dari keadaan sol menjadi progel. Progel biasanya merupakan cairan

Digital Repository Universitas Jember

kental dan bersifat *irreversible.* Ketika progel didinginkan akan diperoleh gel. Konversi progel ke gel bersifat *reversible* dengan pemanasan, tetapi pemanasan protein diatas 100°C tidak akan membentuk progel melainkan akan membentuk metasol. Hal ini disebabkan pecahnya struktur sekunder dan tersier sehingga gel tidak terbentuk (Catsimpoolas dan Meyer, 1970).

Protein memiliki berat molekul dan presentase asam amino yang tinggi dengan gugus hidrofobik cenderung membangun jaringan yang kuat dalam sistem gel. Keberadaan asam amino hidrofobik juga mempengaruhi perubahan protein selama pemanasan. Gelasi protein menyediakan integritas mekanis dengan membentuk jaringan molekuler yang memberikan sifat-sifat seperti padatan (Zayas, 1997).

2.5.3 Denaturasi dan Agregasi Protein

Denaturasi protein adalah modifikasi konformasi dari struktur sekunder, tersier, atau kuartener protein yang tidak disertai dengan pemutusan ikatan peptida yang terdapat pada struktur primernya. Denaturasi protein dapat mengurangi kelarutan protein karena bagian hidrofobiknya tidak terlindungi. Denaturasi protein juga dapat mengubah kapasitas pengikatan air (Cheftel *et al.*, 1985).

Pada proses denaturasi protein, sisi hidrofobik protein kedelai yang terletak di dalam molekul akan terekspos ke luar, sedangkan bagian luar yang bersifat hidrofil terlipat kedalam. Pembalikan atau pelipatan terjadi bila larutan protein mendekati pH isoelektrik sehingga protein akan menggumpal dan mengendap. Denaturasi protein dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya pemanasan, perubahan pH dan perlakuan seperti pengadukan (Winarno, dalam Wibawatin 2013).

Pada proses pembuatan *edible film* dilakukan pemanasan pada suhu sekitar 90°C dan pengadukan selama 30 menit. Hal tersebut merupakan penyebab terjadinya denaturasi protein. Denaturasi protein terjadi karena adanya interaksi melalui pembentukan ikatan hidrogen, ionik, hidrofobik dan kovalen. Interaksi antar rantai dapat membentuk *film* dengan gaya tarik kohesi kuat yang

Digital Repository Universitas Jember

dipengaruhi oleh derajat perpanjangan rantai dan asam amino yang terdapat didalamnya. Denaturasi dilakukan untuk mendapatkan ikatan-ikatan yang kuat antar molekul sehingga mampu membentuk matriks *film* yang diharapkan. Selama proses denaturasi akan terbentuk *crooslinking* pada matriks *film*, sehingga matrik yang terbentuk mampu menjadi *barrier* laju transmisi air pada bahan pangan yang terlapisi (Schmid *et al*., 2013).

Agregasi merupakan proses kristalisasi kembali molekul-molekul polipeptida yang mengalami gelasi. Molekul-molekul polipeptida berikatan kembali melalui ikatan hidrogen intermolekuler, sehingga butir-butir polipeptida bergabung dan membengkak membentuk mikrokristal dan mengendap. Laju agregrasi dipengaruhi oleh suhu, ukuran, bentuk, dan kepekatan molekul polipeptida. Apabila gelasi tinggi maka tingkat agregasi juga tinggi, sehingga gel yang terbentuk semakin kuat (Fardiaz, dalam Marthaningtyas, 2013).

2.5.4 Interaksi Protein-Karbohidrat

Edible film yang terbuat dari hidrokoloid (karbohidrat dan protein), sangat baik untuk penghambat perpindahan oksigen, karbondioksida dan lemak. Hidrokoloid dapat membantu terbentuknya struktur matriks yang lebih kokoh serta dapat menahan oksigen. *Edible film* yang terbuat dari hidrokoloid memiliki karakteristik yang baik dan dapat meningkatkan kesatuan struktural produk sehingga tidak mudah hancur (Krochta *et al*., 1994).

Gel *edible film* yang dibuat dari campuran karbohidrat dan protein dapat menimbulkan interaksi diantara keduanya. Interaksi antara karbohidrat dan protein memiliki peranan yang penting dalam pembentukan struktur serta sifat fungsional protein seperti kemampuan pembentukan gel (Tolstoguzov, 1986). Menurut Farnum *et al.,* (1976), interaksi antara protein dan karbohidrat dapat terjadi karena adanya pembentukan ikatan ionik dan hidrogen di dalam struktur *film*. Menurut Samanth *et al.,* (1993), interaksi polisakarida-protein dapat terjadi karena pembentukan kompleks elektrostatistik.

Digital Repository Universitas Jember

Menurut Oakenfull *et al*, (1997) jika protein dan polisakarida berinteraksi dapat menghasilkan tiga kemungkinan, yaitu:

1. *co-solubility*, terjadi interaksi tidak nyata karena kedua molekul primer memiliki eksistensi sendiri-sendiri;
2. *incompatibility*, bila kedua tipe polimer saling menolak sehingga menyebabkan keduanya berada pada fase terpisah;
3. *complexing,* yaitu kedua polimer saling berikatan yang menyebabkan pembentukan fase tunggal atau endapan.

Perlakuan panas pada komplek protein-polisakarida melemahkan ikatan dengan energi rendah yang terlibat dalam *co-solubility* dari protein dan polisakarida. Penambahan kappa karagenan dilakukan pada pembuatan *edible film* berbasis whey protein untuk memperkuat struktur *film*. Pada proses tersebut, gel protein terbentuk terlebih dahulu sedangkan pembentukan gel kappa karagenan terbentuk pada fase pendinginan. Sedangkan pembentukan gel berbasis pektin dan isolat protein gandum disebabkan karena adanya interaksi anionik yang terjadi antara protein dan karbohidrat (Beaulieu *et al.*, 2001).

2.5.5 Interaksi Gliserol dengan Antioksidan

Sifat fungsional yang dimiliki oleh gliserol dapat berinteraksi dengan bahan penyusun *edible film* lainya seperti protein, karbohidrat dan senyawa antioksidan yang ditambahkan pada *edible film*. Gliserol juga berperan sebagai humektan (bahan yang bersifat larut dalam air dan mempunyai kemempuan tinggi menyerap air), karena memiliki gugus hidroksil yang dapat membentuk ikatan hidrogen dalam air. Hal tersebut menyebabkan menyebabkan ikatan air lebih besar pada konsentrasi gliserol tertinggi dibandingkan dengan penggunaan konsentrasi yang lebih rendah (Arvanitoyannis, 1997).

Penambahan senyawa antioksidan berpengaruh terhadap *film* yang dihasilkan, sehingga perlu adanya keseimbangan proporsi gliserol. Hal ini bertujuan agar senyawa antioksidan yang ditambahkan tetap bersifat antioksidatif namun karakteristik *film* yang dihasilkan tetap baik. Jika penambahan konsentrasi

Digital Repository Universitas Jember

senyawa antioksidan semakin banyak, maka proporsi gliserol yang digunakan dalam pembuatan *edible film* juga semakin banyak. Penambahan gliserol yang semakin banyak akan memberikan pengaruh positif terhadap matriks film yang dihasilkan, karena mampu membentuk ketebalan yang baik sehingga dapat meningkatkan kemampuan *protectif* terhadap bahan pangan yang dilapisi (Azkarahman. *et al*, 2011).

Digital Repository Universitas Jember

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Terpadu, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Oktober 2016.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk pembuatan *edible film* pada penelitian ini adalah ISP (*Isolate Soy Protein*), tapioka, kunyit bubuk merek Mr. Boem-boe, gliserol, dan air. Sedangkan bahan analisis antara lain *silica gel*, aquades, *ethanol* 95% dan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrasi).

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi: timbangan analitik (*Ohaus*), oven pengering (*Cabinet*), botol timbang, cawan, mika bening, *Sentrifuge* (Yenaco model YC-1180 dan tabungnya), colour reader (CR-10), plat porselen, toples, eksikator, desikator, *thicness meter*, *universal testing machine* (Shimadzu EZ-Test 500 N), spatula, loyang, stirrer, batang stirrer, sentrifus, botol sentrifus, *vortex*, spektrofotometer dan alat-alat gelas (*beaker glass*, corong, labu takar, erlemenyer, pipet, dan tabung reaksi).

Digital Repository Universitas Jember

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor. Faktor yang digunakan yaitu konsentrasi gliserol sebagai faktor A dan konsentrasi ekstrak kunyit sebagai faktor B, dengan 3 kali ulangan.

Faktor A = konsentrasi gliserol yang ditambahkan

A1 = 2%

A2 = 2,5%

A3 = 3%

A4 = 3,5%

Faktor B = konsentrasi ekstrak kunyit yang ditambahkan

B1 = 0 %

B2 = 25 %

B3 = 50 %

B4 = 75 %

B5 = 100 %

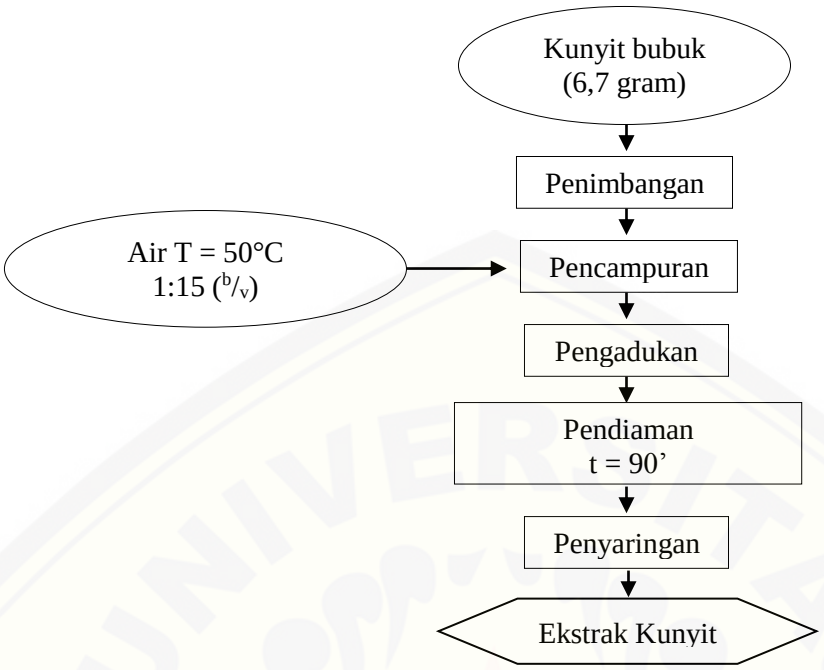
Dari kedua faktor tersebut, diperoleh kombinasi perlakuan sebagai berikut: A1B1, A1B2, A1B3, AIB4, A1B5, A2B1, A2B2, A2B3, A2B4, A2B5, A3B1, A3B2, A3B3, A3B4, A3B5, A4B1, A4B2, A4B3, A4B4, A4B5.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

a. Pembuatan ekstrak kunyit

Kunyit bubuk ditimbang 6,7 gram kemudian pencampuran dengan air 1:15 (b/v) suhu 50°C. Larutan kunyit bubuk yang sudah larut diaduk hingga diperoleh larutan yang homogen kemudian dilakukan pendiaman selama 90 menit. Setelah dilakukan pendiaman selama 90 menit akan didapatkan filtrat dan residu. Filtrat disaring menggunakan kertas saring untuk mendapatkan ekstrak kunyit. Ekstrak yang lolos saringan digunakan untuk pembuatan *edible film.* Diagram alir ekstrak kunyit dapat dilihat pada **Gambar 3.1.**

Digital Repository Universitas Jember

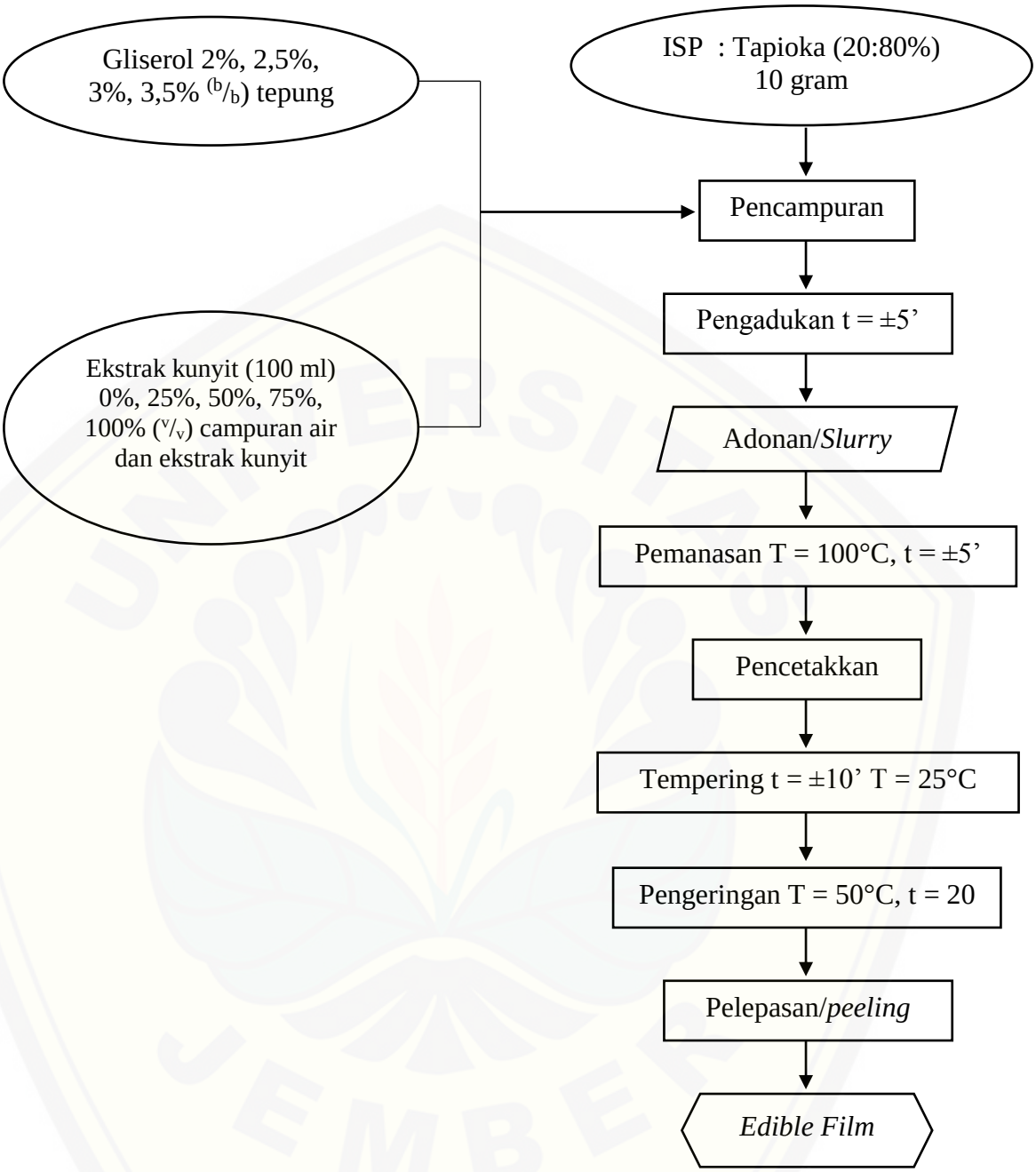


Gambar 3.1. Diagram alir pembuatan ekstrak kunyit (Bagchi, 2012; Ching, 2014)

b. Pembuatan *edible film*

Penelitian dilakukan dengan membuat *edible film* dari ISP (*isolate soy protein*) dan tapioka dengan rasio (20:80). Campuran 10 gram bahan ditambah gliserol dan 100 ml ekstrak kunyit sesuai dengan rancangan penelitiannya. Campuran tersebut diaduk hingga diperoleh adonan/*slurry* yang homogen. Adonan dibiarkan beberapa saat agar larut dan granula dapat menyerap air. Adonan dipanaskan menggunakan *waterbath* pada suhu 100°C selama ± 5 menit hingga membentuk gel. Setelah adonan terbentuk gel, adonan dituangkan ke plat porselen dengan ukuran 15x15 cm yang sudah dilapisi dengan mika dan diratakan. Adonan dibiarkan beberapa saat hingga mencapai suhu ruang kemudian dioven pada suhu ± 50°C selama 20 jam untuk mengurangi kadar air. Adonan yang telah kering dilepas dan disimpan pada toples yang berisi *silica gel*, tujuannya untuk mempertahankan kelembaban dan kualitasnya sebelum dilakukan pengukuran parameter uji. Diagram alir pembuatan *edible film* dapat dilihat pada **Gambar 3.2.**

Digital Repository Universitas Jember



Gambar 3.2. Diagram alir pembuatan *edible film* (Antika, 2013)

Digital Repository Universitas Jember

3.3.3 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

Analisis Fisik

1. Ketebalan
2. Warna/kecerahan
3. Kuat tarik (*Tensile strength*)
4. Perpanjangan (Persen *elongasi*)
5. Kelarutan *edible film*
6. Transfer uap air

Analisis Kimia

1. Kadar air
2. Aktivitas antioksidan

3.4 Prosedur Analisis

3.4.1 Ketebalan (ASTM, 1995)

Pengukuran ketebalan dengan menggunakan alat *thicness meter*. Lembaran *film* yang telah terbentuk diukur ketebalannya pada 5 posisi yang berbeda. Hasil pengukuran tersebut diambil nilai rata-ratanya.

3.4.2 Warna (Hutching, 1999)

Pengukuran warna dilakukan dengan *color reader* Minolta CR-10. Prinsip dari alat *color reader* adalah pengukuran perbedaan warna melalui pantulan cahaya oleh permukaan sampel. Pengukuran dilakukan pada 5 titik sampel *edible film*. *Color reader* dihidupkan dengan menekan tombol *power*. Lensa diletakkan pada porselin standar secara tegak lurus dan menekan tombol "target" maka muncul nilai L, a, dan b pada layar, kemudian tombol "target" ditekan kembali sehingga muncul nilai dE, dL, da, dan db. Nilai warna dihitung dengan rumus sebagai berikut:

a* = standar a + da

b* = standar b + db

Digital Repository Universitas Jember

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$H = 180 - \tan^{-1} b^*/a^*$ (jika a positif dan b positif)

$180 + \tan^{-1} b^*/a^*$ (jika a negatif dan b negatif)

$180 - \tan^{-1} b^*/a^*$ (jika a negatif dan b positif)

Nilai L menyatakan parameter kecerahan (*lightness*) yang mempunyai nilai dari 0 (hitam) sampai 100 (putih). Nilai a menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai +a dari 0-100 untuk warna merah dan nilai –a dari 0-(-80) untuk warna hijau. Nilai b menyatakan warna kromatik campuran biru kuning dengan nilai +b dari 0-70 untuk kuning dan nilai –b dari 0-(-70) untuk warna biru. Nilai H (*hue*) menyatakan sudut warna yaitu 0˚ (netral), 90˚ (kuning), 180˚ (hijau), dan 270˚ (biru). Deskripsi warna berdasarkan nilai *hue* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Deskripsi penentuan warna berdasarkan nilai *hue*

No	Kriteria Warna Kisaran	˚Hue
1	Red Purple (RP)	342-17
2	Red (R)	18-53
3	Yellow Red (YR)	54-89
4	Yellow (Y)	90-125
5	Yellow Green (YG)	126-161
6	Green (G)	162-197
7	Blue Green (BG)	198-233
8	Blue (B)	234-269
9	Blue Purple (BP)	270-305
10	Purple (P)	306-341

Sumber: Hutching (1999)

3.4.3 Kuat tarik (*Tensile strength*) (ASTM, 1995)

Potongan plastik *edible film* dengan ukuran lebar 15 mm dan panjang 80 mm disimpan terlebih dahulu dalam toples berisi *silica gel* selama satu hari. Kemudian kuat tarik *edible film* diukur dengan menggunakan *Universal Testing Machine.* Kecepatan penarikannya 19,05 mm/menit. Kuat tarik ditentukan dari perbandingan kekuatan pada beban maksimum dengan luas area *specimen plastic* (mm^2). Besarnya kekuatan tarik dapat dihitung dengan menggunakan rumus: $\sigma = F/A$.

Digital Repository Universitas Jember

Keterangan: Ơ = Kuat tarik;

$$= \frac{\text{gaya tarik / luas}}{1.000.000}$$

F = Gaya tarik (N);

A = Luas area gaya bekerja (mm2);

= lebar *edible film* x rata-rata tebal

3.4.4 Perpanjangan (Persen *elongasi*) (ASTM, 1995)

Perpanjangan *edible film* diukur dengan menggunakan *Universal Testing Machine.* Besarnya regangan dihitung menggunakan rumus: $\varepsilon = \Delta l : l_0$

Keterangan: ε = Perpanjangan (%);

Δl = Pertambahan panjang (mm);

l_0 = Panjang mula-mula (mm).

3.4.5 Transfer Uap Air (metode gravimetri dessicant, ASTM, 1995)

Cawan berisi *silika gel* dengan berat 10 gram ditutup dengan *film* yang akan diuji. Permukaan antara cawan dengan *film* dilapisi lilin, lalu permukaan luar *film* diikat dengan isolasi plastik sehingga cawan tertutup rapat. Cawan tersebut dimasukkan dalam desikator yang diisi dengan NaCl 40% (b/v). Simpan toples tersebut pada suhu 25°C, berat cawan ditimbang tiap 24 jam selama 5 hari. Data yang diperoleh dibuat persamaan garis hubungan antara waktu pengamatan dengan perubahan berat. Berdasarkan hasil persamaan garis tersebut didapatkan nilai *slope* (gram/hari). Besarnya transfer uap air dihitung menggunakan rumus:

$$\frac{\textit{slope}\ (\text{Kg/detik})}{\text{luas area } \textit{film}\ (\text{m}^2)}$$

Keterangan:

slope (gram/hari) = kecepatan perubahan berat

slope (Kg/detik) = *slope* (gram/hari) x 0,011574

luas area *film* = π x r^2

Digital Repository Universitas Jember

3.4.6 Kelarutan *edible film* (Southornvit *et al.*, 2003 dengan modifikasi)

Edible film dipotong dengan ukuran 4x6 cm, ditimbang (d gram). Kemudian *edible film* diletakkan di dalam wadah yang telah diisi dengan 15 ml aquades, dan disimpan dalam suhu ruang selama 24 jam. Selanjutnya *edible film* ditiriskan dengan saringan dan dimasukkan ke dalam botol timbang (yang telah dikeringkan 60 menit) dan ditimbang beratnya (a gram). Botol timbang beserta *edible film* (b gram) dipanaskan menggunakan oven pada suhu 100-105°C selama 2-3 hari hingga mencapai berat konstan (c gram).

Kelarutan = (d – c) : d x 100 % c = b – a

Keterangan: a = berat botol timbang;
b = berat botol timbang + *edible film;*
c = berat akhir *edible film;*
d = berat *edible film* awal.

3.4.7 Kadar Air (AOAC, 2005)

Botol timbang yang akan digunakan untuk analisis kadar air di oven selama 60 menit pada suhu 100-105°C, kemudian didinginkan dalam eksikator untuk menurunkan suhu dan menstabilkan kelembaban (RH). Botol ditimbang sebagai A gram. Selanjutnya sampel ditimbang sebanyak 1 gram dalam botol timbang dan dicatat sebagai B gram. Bahan dioven pada suhu 100-105°C selama 24 jam lalu didinginkan pada eksikator selama 30 menit dan ditimbang sebagai C gram. Tahap ini diulangi hingga mencapai bobot yang konstan. Kadar air dihitung dengan rumus sebagai berikut: Kadar air = (b – c) : (c – a) x 100%

Keterangan: a = berat bobot timbang (gram);
b = berat *edible film* + bobot timbang (gram);
c = berat akhir *edible film* setelah dioven (gram).

Digital Repository Universitas Jember

3.4.8 Aktivitas antioksidan (Gadow, 1997)

Penentuan aktivitas antioksidan dilakukan dengan membuat reagen DPPH 400 mM terlebih dahulu. Pembuatan reagen DPPH dengan menimbang 0,0237 gram DPPH dalam 100 ml *beaker galss.* DPPH yang sudah ditimbang dilarutkan ke dalam 50 ml etanol lalu tutup dengan alumunium foil dan stirrer selama 1 jam. Tera 200 ml larutan DPPH dengan etanol kemudian masukkan kedalam botol. Stirrer lagi saat akan digunakan.

Pelarutan *edible film* dilakukan dengan menimbang 7 gram *edible film* lalu diperkecil ukurannya dan ditambahkan 10 ml aquades lalu *dicentrifuge* dengan kecepatan 350 rpm selama 20 menit. Kemudian cairan hasil *centrifuge* dimasukkan kedalam botol dan divorteks saat akan digunakan.

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan mengambil 0,5 ml cairan sampel *edible film* ditambah 4,5 ml etanol lalu diberi 2 ml DPPH dan didiamkan 20 menit. Tahap berikutnya, cairan divorteks dan diamati absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm menggunakan *spektrofotometer*. Kemampuan antioksidan dalam mengikat radikal bebas dinyatakan dalam % penghambatan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Penghambatan} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Absorbansi = banyaknya cahaya atau energi yang diserap oleh partikel-partikel dalam larutan

Blanko = larutan yang tidak mengandung analat (sampel) untuk dianalisis

3.4.9 Analisa Data

Data yang diperoleh diolah menggunakan analisis sidik ragam (*analysis of variant*) dengan menggunakan program minitab V.1.7. Apabila terdapat perbedaan atau pengaruh yang signifikan, maka dilakukan uji tukey pada taraf uji $\alpha \leq 5\%$. Penentuan perlakuan terbaik menggunakan uji nilai efektifitas.

Digital Repository Universitas Jember

3.4.10 Nilai Efektivitas (De Garmo, *et al.*, 1994)

Nilai efektifitas dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik dengan cara memberikan bobot pada masing-masing parameter dengan angka 0-1. Bobot ini berbeda tergantung dari kepentingan masing-masing parameter yang dihasilkan akibat dari perlakuan. Parameter yang dianalisis dikelompokkan menjadi 2 kelompok. Kelompok A terdiri dari parameter yang semakin tinggi reratanya semakin baik. Kelompok B terdiri dari parameter yang semakin rendah reratanya semakin baik. Nilai efektifitas ditentukan dengan rumus:

$$\text{Nilai efektifitas} = \frac{\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai terjelek}}{\text{Nilai terbaik} - \text{Nilai terjelek}} \times \text{Bobot Normal}$$

Variabel dengan kelompok A maka nilai terbaik didapat dari nilai tertinggi dan nilai terjelek didapat dari nilai terendah. Sedangkan, variabel dengan kelompok B maka nilai terbaik didapat terendah dari nilai dan nilai terjelek didapat dari nilai tertinggi. Nilai hasil (NH) masing-masing variabel diperoleh dari perkalian bobot normal (BN) dengan nilai efektivitas (NE). Kombinasi terbaik dari nilai hasil semua variabel dengan nilai hasil (NH) tertinggi.

Digital Repository Universitas Jember

BAB 5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi penambahan gliserol dan ekstrak kunyit memberikan pengaruh nyata terhadap warna warna (*lightness*, warna kromatik biru-kuning atau b, *hue* dan *chroma*), ketebalan, perpanjangan, kuat tarik, kelarutan, transfer uap air, kadar air dan aktifitas antioksidan.
2. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah A2B5 dengan proporsi gliserol 2,5% dan ekstrak kunyit 100%. *Edible film* tersebut memiliki karakteristik sebagai berikut *lightness* 58,8; warna kromatik biru-kuning (b) 15,9; *hue* 95,7; *chroma* 73,3; ketebalan 0,29 mm; perpanjangan 67,3%; kuat tarik 0,15 Mpa; kadar air 12,6155%; kelarutan 39,5232%; transfer uap air 0,0428 g/m^2 detik dan aktivitas antioksidan 42,5342%.

5.2 Saran

1. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai uji kadar total kurkumin pada *edible film* ISP-Tapioka dengan penambahan ekstrak kunyit.
2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai sifat antimikroba pada *edible film* ISP-Tapioka dengan penambahan ekstrak kunyit.

Digital Repository Universitas Jember

DAFTAR PUSTAKA

Aggarwal B. B., and Shishodia, S. 2003. Kunyit (*Curcuma longa Linn*.). http://ccrcfarmasiugm. wordpress.com. [Diakses 10 Mei 2015].

Ahsan, H., Parveen, N., Khan, N.U., and Hadi, S.M. 1999. Pro-oxidant, anti-oxidant and cleavage activities on DNA of curcumin and its derivatives demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin. *Journal Chemico-Biological Interactions*. (121): 161-175.

Anonimous, 1990. *Teknologi Pangan dan Agroindustri.* Bogor: Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian.

Antika, C. D. 2013. Sifat fisik dan mekanik *edible film* yang dibuat dengan variasi rasio tapioka-isolat protein kedelai dan pH. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Jember Universitas Jember.

AOAC. 2005. *Official Analysis the Association of Official Analytical Chemistry.* Arlington: Association of Analytical Communities.

Arvanitoyannis, Psomiadou, Nakayama, Alba, and Yamamoto. 1997. Edible Film from Gelatin, Solube Starch and Polyol. *Journal Food Chemistry*. 4: 60.

ASTM. 1995. *ASTM D638-94, Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. Annual Book of ASTM Standards.* Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Ayranci, E., and Tunc, S. 2003. A Method for the Measurement of the Oxygen Permeability and the Development of Edible Films to Reduce the Rate of Oxidative Reactions In Fresh Foods. *Journal Food Chemistry*, (80): 423–431.

Ayranci, E., and Tunc, S. 2004. The Effect of Edible Coatings on Water and Vitamin C Loss of Apricots (Armeniaca vulgaris Lam.) and Green Peppers (*Capsicum annuum L*.). *Journal Food Chemistry*. (87): 339–342.

Azkarahman, A. R., Thohari, I., dan Purwadi. 2011. *Pengaruh Penambahan Gliserol sebagai Plasticizer Terhadap Ketebalan, Water Vapour Permeability (WVP), Daya Rentang dan Pemanjangan Edible Film Komposit Whey–Kitosan.* Malang: Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

Bagchi, A. 2012. Extraction of Curcumin. *IOSR. Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 1: 01-16.

Digital Repository Universitas Jember

Baldwin, E. A., Nisperous, M.O., and Baker R. A. 1995. Use of Edible Coating to Edible Coating to Preserve Quality of Lightly (and Slightly) Processed Product. *Journal Critical Review in Food Science and Nutrition*, 35 (6): 509-524.

Basuki, W. W., Atmaka, W., dan Muhammad, D. R. A., 2013. Pengaruh Penambahan Berbagai Konsentrasi Gliserol terhadap Karakteristik Sensoris, Kimia dan Aktivitas Antioksidan Getuk Ubi Jalar Ungu (*Ipomoca batatas*). *Jurnal Teknosasins Pangan*, 2 (1): 115-123.

Beaulieu, M., Turgeon, S. L., and Dublier, J. 2001. Rheology, Texture and Microstructure of Whey Proteins/Low Methoxyl Pectins Mixed Gels with Added Calcium. *Journal International Dairy*, 11 (11-12): 961-967.

Bertuzzi, Vidaurre, Armada, and Gottifredi. 2007. Water vapor permeability of edible starch based films. *Journal Food Engginering.* 80: 972-978.

Bourtoom, T. 2008. *Edible films and coatings: characteristics and properties.* Songkla: Department of Material Product Technology.

Brandenburg, A. H., Weller, C. L., and Testin R. F. 2006. Edible Films and Coatings From Soy Protein. *Journal of Food Science*.

Brauer, Meister, Gottlober, and Nechwatal. 2007. Preparation and Thermoplastic Processing of Modified Plant Proteins. *Macromolecular Materials and Engineering Journals*. (292): 176-183.

Catsimpoolas, N dan Meyer, E. W. 1970. Gelation Phenomena of Soybean Globulins, Protein-Protein Interaction. *Journal Cereal Chemistry*. (47): 559-561.

Cerqueira, Bourbon, Pinheiro, Martins, Souza, Teixeira, and Vicente. 2011. Galactomannans use in the Development of Edible Films/Coating for Food Applications. *Journal Food Science and Technology*. (22): 662-671.

Cao, N., Y. Fu, and J. He. 2007. Mechanical properties of gelatin film cross-linked, respectively, by feluric acid and tannin acid. *Journal Food* Hydrocolloid. 21 (4) : 575-584.

Chattopadhyay, Biswas, Bandyopadhyay, and Banerjee. 2004. Tumeric and Curcumin: Biological actions ans medicinal applications. *Journal Current Science.* 87 (1): 44 - 53.

Cheftel, J. C., Cuq, J. L., and Lorient, D. 1985. *Amino Acid. Peptide and Protein*. In: O. R. Fennema. *Journal Food Chemistry.*

Digital Repository Universitas Jember

Chillo, S., Flores S., Mastromatteo M., Contte A., Gherchenson L., dan Del Nobile M. A., 2008. Influence of Glycerol and Chitosan on Tapioca Starch-Based Edible Film Properties. *Journal of Food Engineering*. 88: 159-168.

Ching, W., Yusoff, Y., and Amarina, W. B. 2014. Extraction of Essential Oil from Curcuma Longa. *Journal Food Chem*istry *Nutritions*. 02 (01): 01-10.

Choi, K dan Han, R. 2001. Denaturation Time and Temperature Effect on Solubility, Tensile Properties and Oxigen Permeability of Whey Protein Edible Film. *Journal of Food Science*.

Cuppet, S. L. 1994. *Edible Coating as Carrier of food antioxidants.* In Krochta, Baldwin, and Nisperous-Carriedo. *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*. New York: Technomic Publishing Company, Inc.

Da'i, M. Astuti, N. Y. Dan Utami, W. 2009. Uji Aktivitas Penangkap Radikal DPPH oleh Analog Kurkumin Monoketon dan N-Heteroalifatik Monoketon. *Jurnal Pharmacon*. 10 (2): 36-42.

Damodaran, S. dan Kinsella, J.E. 1982. Effect of Conglycinin on Thermal Aggregation of Glycinin. *Journal Agricultural Food Chemistry*. (30): 812-817.

DeGarmo E. G., Sullivan W. G., and Canada. 1994. *Engineering Economy*. New York: Mc Milan Pub. Company.

Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

Doles, Babu, Ittera, John, John, and John. 2014. Tapioca Starch Based Antimicrobial Food Packaging Material. *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT).*

Emiroglu, Yemis, Coskun, and Candogan. 2010. *Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties*. In Lacroix, M., and Vu, K, D. *Innovations in Food Packaging: Edible Coating and Film Materials*. Canada: Elsevier.

Eskilsson, C. S. and Bjorklund, E. 2000. Analytical-scale microwave-assisted extraction. *Journal of Chromatography A*. 902: 227–250.

Eskin, N. A. M. 1990. *Biochemistry of Foods.* Edisi kedua. San Diego: Academic Press.

Digital Repository Universitas Jember

Fatma, Malaka dan Taufik. 2014. *Pengaruh variasi presentase gliserol sebagai plasticizer terhadap sifat mekanik edible film dari kombinasi whey dangke dan agar. Prosiding Seminar Nasional & Workshop Optimallisasi Sumberdaya Lokal pada Peternakan Rakyat Berbasis Teknologi. Tahun 2014. Faculty of Animal Science HasanudinUnivercity: 214-219.*

Farnum, C., Stanley, D. W., and Gray, J. I. 1976. Protein Lipid Interaction in Soy Films. *Journal of Food Science and Technology*.

Febrianti, E. 2006. Sifat Fisik dan Mekanis *Edible Film* dari Tepung Koro Pedang dengan Variasi Konsentrasi Gliserol dan Suhu Penyeduhan Teh Hijau. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Flynn, D. L., Rafferty, and Boctor, M. F. 1986. Inhibition of 5-hydroxy-eicosatetraenoic acid (5-HETE) formation in in-tact human neutrophils by naturally occurring diarylhep- tanoids: inhibitory activities of curcuminoids and yaku-chinones. *Journal Prostaglandins Leukotriens Medicine*. 22: 357-360.

Gadow, A. V., Joubert, E. dan Hansman, C. F. 1997. Comparison of The Antioxidant Activity of Rooibos Tea (Aspalathus linearis) with Green, oolong and Black Tea. *Journal Food Chemistry*. 60 (1): 73-77.

Garcia, M. A., Martino, M. N., dan Zaritzky, N. E., 2000, Lipid addition to improve barrier properties of edible strach-based films and coatings. *Journal Food Science*. 65 (6): 941-947.

Gennadios, Bradenburg, Weller, and Testin. 1993. Effect on pH of Wheat Gluten and Soy Protein Isolate. *Journal Agricultural Food Chemistry*. 41: 1835-1839.

Ghanbarzadeh, B., Almasi, H., and Entezami, A. A 2010. Physical properties of edible modified starch/carboxymethyl cellulose films. *Journal Innovative Food Science and Emerging Technologies*. (11): 697–702.

Gordon, M. H. 1990. *The Mechanism of Antioxidant Action in Vitro.* In B. J. F. Hudson, editor. *Food Antioxidant.* London: Elvesier Applied Science.

Grace, M. R. 1977. *Cassava Processing.* Roma: Food and Agriculture Organization of United Nations.

Gontard, N., S. Guilbert, and J. L. Cuq. 1993. Water and glycerol as plasticizer affect mechanical and water vapor barrier propeties of an edible wheat gluten film. *Journal Food Science*. 58: 206 – 211.

Guenter, E. 1987. *Minyak Atsiri.* Jakarta: UI Press.

Digital Repository Universitas Jember

Guilbert, S. 1995. Technology and Application of Edible Protective films. *Packaging Technology and Science. Journal Applied Science*. (8): 339-346.

Gutierrez, Tapia, Perez, and Fama. 2015. Structural and Mechanical Properties of Edible films Made From Native and Modified Cush-Cush Yam and Cassava Starch. *Journal Food Hydrocolloids*. 45: 211-217.

Han, J. H. 2000. Antimicrobial Food Packaging. *Journal Food Technology*. 54 (3): 56-65.

Harborne, J. B.1987. *Metode Fitokimia*. Bandung: ITB.

Harizal. 2009. Penggunaan Lendir Kakao sebagai Media Bakteri Asam Laktat dalam Penghambatan Kapang Biji Kakao Underfermented. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Hendry, G. A. F. and Houghton, J. D. 1992. *Journal Natural Food Colorants.*

Hui, Y. H. 2006. *Handbook of Food Science, Technology, and, Enginering Volume I.* USA: CRC Press.

Hutching, J. B. 1999. *Food Colour and Appearance*. Second Edition. Marryland: Aspen Publisher, Inc.

Indah, U. R. 2010. *Optimasi Ekstraksi Zat Warna pada Kayu Instia Bijuga dengan Metode Pelarutan.* Surabaya: Prosiding Tugas Akhir Semester Ganjil 2009/2010.

Istafid W. 2006. Visibility studi minuman instan ekstrak temulawak dan ekstrak mengkudu sebagai minuman kesehatan *Skripsi*. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Javanovic, S.V. 2001. How Curcumin Works Prefentially with Water Solube Antioxidants. *Journal of American Chemical Society*. 123: 3064-3068.

Jayaprakasha, G. K., Rao, L. J., and Sakariah, K. K. 2006. Antioxidant Activities of Curcumin, Demethoxycurcumin and Bisdemethoxycurcumin. *Journal Food Chemistry*. 98: 720–724.

Joe, B., Vijaykumar and Lokesh, 2004. Biological properties of curcumin-cellular and molecular mechanisms of action. *Journal Critical Review in Food Science and Nutrition*. 44 (2) : 97 - 112.

Digital Repository Universitas Jember

Jouki, Khazaei, Ghasemlou, and Hadinezhad. 2013. Effect of Glycerol Concentration on Edible Film Production From Cress Seed Carbohydrate Gum. *Journal Carbohydrate Polymers*. (96): 39-46.

Kapoor, L. D. 2000. *Handbook of Ayurvedic Medicinal Plants*. Boca Raton: CRC Press.

Kementrian Perindustrian Republik Indonesia. 2015. *Banjir Impor, Investasi Kendur*. http://lib.kemenperin.go.id/neo/berita.php?id=6316. [Diakses tanggal 20 April 2015].

Kester, J. J. and Fennema O. R. 1989. Edible Film and Coating. *Journal Food Technology*. 40 (12): 47-59.

Kim, O. S. 2005. Radical Scavenging Capacity and Antioxidant Activity of the Vitamer Fraction in Rice Bran. *Journal Food Science.* 70 (3): 208-213.

Kinsella, J. E. 1979. Functional Properties of Soy Protein. *Journal American Oil Chemists' Society.* 56:242-257.

Kusumawati, D. H. dan Putri, W. D. R. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible Film* Pati Jagung yang Diinkorporasi dengan Perasan Jinten Hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 1 (1): 90-100.

Koswara, S. 1995. *Teknologi Pengolahan Kedelai menjadi Makanan Bermutu.* Jakarta: Penebar Swadaya.

Krishnamurthy, N., A. G. Matthew, E. S. Nambudiri, S. Shivashankar, Y. S. Lewis, and C. P. Naratajan. 1976. Oil and oleoresin of turmeric. *Journal Tropical Life Science*. 18 (1): 37-45.

Krisna, D. A. A., 2011. Pengaruh Regelatinasi dan Modifikasi Hidrotermal terhadap Sifat Fisik pada Pembuatan *Edible Film* dari Pati Kacang Merah (*Vigna angularis sp.*). *Tesis.* Semarang: Program studi magister teknik kimia. Universitas Diponegiro.

Krochta, J. M., Baldwin, E. A., and Nisperos-carriedo, M. O. 1994. *Edible Coating and Film to Improve Food Quality.* New York: Technomic Publishing Company.

Krochta, J. M. 2002. *Proteins as Raw Materials For films and Coatings: Definitions, Current Status and Opportunities.* In A. Gennadios (Ed.), Protein-based films and coatings. Boca Raton: CRC Press.

Digital Repository Universitas Jember

Krochta, J. M., Mulder, and Johnston, C. D. M. 1997. Edible and Biodegradable Polymer Film: Challenges and Opportunites. *Journal Food Technology*. 51 (2): 61-74.

Kurniawati, M. 2007. Penentuan Formula Antioksidan untuk Menghambat Ketengikan pada Bumbu Ayam Goreng Kalasan Selama Satu Bulan. *Skripsi.* Bogor, Jurusan Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Kusumawati D. H. Dan Putri W. D. R. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible Film* Pati Jagung yang Diinkorporasi dengan Perasan Temu Hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 1 (1): 90-100.

Lawton, J.W., 2004. Plasticizers for zein: their effect on tensile properties and water absorption of zein films. *Journal Cereal Chemistry*. 81 (1): 1–5.

Layuk, P., Djagal dan Haryadi. 2002. Karakteristik Komposit *Edible Film* Pektin Daging Buah Pala (Myristica fragrans Houtt) dan Tapioka. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*.

Lee, H., Oh, Y. A., and Min, S. C. 2015. Prediction of the Coating Requirements For Smoked Salmon Protection Against Listeria Monocytogenes Using a Defatted Mustard Meal-Based Antimicrobial Edible film Containing Thiocyanates. *Journal Food Science and Technology*. 61: 231-237.

Le Tien C, C. Vachon, M.A. Mateescu, M. Lacroix. 2001. Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes. *Journal Food Science*. 66:512–6.

Leerahawong, Tanaka, Okazaki, and Osako. 2011. Effects of plasticizer type and concentration on the physicochemical properties of edible film from squid Todarodes pacificus mantle muscle. *Journal Fisheries Science*. 77 (6): 1061-1068.

Li, J., Yeh, A., and Fan, K. 2007. Gelation Characteristics and Morphology of Corn Starch/Soy Protein Concentrate Composites during Heating. *Journal of Food Engineering*. (78): 1240–1247.

Lindriati, T. 2007. *Edible Film* dari Tepung Koro Pedang: studi Penambahan Gliserol dan Ekstrak Teh. *Thesis*. Malang: Universitas Brawijaya.

Liu. Z. dan J. H Han. 2005. Film Forming Characteristics of Starches. *Journal Food Science*. 70 (1): 31-36.

Louisa, M. 2013. Edible Film and Costing In Food Packaging. *Journal Of Food Science*. 22: 33-47.

Digital Repository Universitas Jember

Manuhara, G.J., 2003. Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut Eucheuma sp. untuk Pembuatan *Edible film*. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gajah Mada.

Maran, Sivakumar, Sridhar, and Thirugnanasambandham. 2013. Development of Model For Barrier and Optical Properties of Tapioca Starch Based Edible films. *Journal Carbohydrate Polymers*. (92): 1335–1347.

Marthaningtyas, D. I. 2013. Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film Terformulasi dari Tepung Porang *(Armorphophallus oncophyllus),* Isolat Protein Kedelai, dan Pati Jagung. *Skripsi.* Jember: Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember.

Maulida, D. 2010. Ekstraksi Antioksidan (Likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solvent Campuran, N-Heksan, Aseton, dan Ethanol. *Skripsi.* Semarang: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Mc Hugh, T. H and Krochta, J. M. 1994. Sorbitol vs Gliserol Plasticized Whey Protein *Edible Film*: Integrated Oxygen Permeability and Tensile Strength Evaluation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 42: 4.

Mu, Guo, Li, Lin, and Li. 2012. Preparation and properties of dialdehyde carboxymethyl cellulose crosslinked gelatin edible films. *Journal Food Hydrocolloids*. (27): 22-29.

Mukhopadhyay, A. Basu, N. Ghatak, N. And Gujral, P. K. 1982. Anti-Inflamatory and Irritant Activities of Curcumin Analogues In Rats. *Journal Agent and Actions*. 12: 508-515.

Munsell, Albert H. 1912. A Pigment Color System and Notation. *The American Journal of Psychology*. 23 (2): 236–244.

Murni, S. W., Pawignyo, H., Widyawati, D., dan Sari, N. 2013. *Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (Zea Mays L.) dan Kitosan. Posiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan B17:1-9.*

Nataliana, E. Rahayu, P. Sulistyowati, dan Limantara L. 2009. Fotoproteksi Kurkumin terhadap ß-Karoten pada Berbagai Nisbah Molar serta Aktivitas Antioksidannya. *Jurnal Natur Indonesia*. 12 (1): 1-8.

Nielsen, S. R., and Holst, S. 2005. Playing with nature's rainbow. http://www.functionalingredientsmag.com/fimag/articleDisplay.asp?strArticleId=749&strSite=FFNSite. [Diakses 10 Mei 2015].

Digital Repository Universitas Jember

Nugroho, A., Basito dan R.B. Katri. 2013. Kajian Pembuatan *Edible Film* Tapioka dengan Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik. *Jurnal Teknosains Pangan.* 2 (1): 1-12.

Nurfina, Reksohadiprodjo, Timmerman, Jenie, Sugiyanto, vandergoot, H. 1997, Synthesis of some symmetrical curcumin derivates and their inflammatory activity. *Europian Journal Medicinal Chemistry*. (32): 321-328.

Nurjannah, W., 2004. Isolasi dan Karakterisasi Alginat dari Rumput Laut Sargassum sp. untuk Pembuatan Biodegradable Film Komposit Alginat Tapioka. *Skripsi*. Jogjakarta: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gajah Mada.

Oakenfull, D., Pearce, J., and Burley, W. 1997. *Protein and Gelation. In : Food Proteins and Their Aplication*. New York : Marcel Dekker.

Osorio, Molina, Matiacevich, Enrione, and Skurtys. 2011. Characteristics of Hydroxy Propyl Methyl Cellulose (HPMC) Based Edible Film Developed For Blueberry Coatings. *Journal Procedia Food Science*. 1: 287-293.

Pan, Jiang, Chen, and Jin. 1999. Kunyit (*Curcuma longa* Linn.). http://ccrcfarmasiugm. wordpress.com. [Diakses 10 Mei 2015].

Parris, N., and Coffin, D. R. 1997. Composition Factors Affecting the Water Vapor Permeability and Tensile Properties Of Hydrophilic Zein films. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 45 (5): 1596–1599.

Perez-gago, M. B., and Krochta, J. M. 2001. Denaturation Time and Temperature Effect on Solubility, Tensile Properties an Oxigen Permeability of Whey Protein Edible Film. *Journal of Food Science.* 66: 5.

Piermaria, Bosch, Pinotti, Yantorno, Garcia, and Abraham. 2011. Kefiran films plasticized with sugars and polyols: water vapor barrier and mechanical properties in relation to their microstructure analyzed by ATR/FT-IR spectroscopy. *Food Hydrocolloids*. (25): 1261-1269.

Poelongasih C. D., dan Marseno, D. W. 2003. Karakterisasi *Edible Film* Komposit Protein Biji Kecipir dan Tapioka. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*.

Popuri, A. K., dan Pagala. 2013. Extraction of Curcumin from Turmeric Roots. *International Journal of Inovative Research and Studies.*

Purba, E. R dan Martosupono M. 2009. *Kurkumin Sebagai Senyawa Antioksidan. Prosiding seminar nasional sains dan pendidikan sains IV, No. 3:607-621.*

Digital Repository Universitas Jember

Radiyati, T., dan Agusto. 1990. *Tepung Tapioka (Perbaikan).* Subang: BPTTG Puslitbang Terapan LIPI.

Rahardjo, M. dan O. Rostiana, 2004. *Standar prosedur Operasional Budidaya Kunyit dalam Standar Prosedur Operasional Jahe, Kencur, Kunyit dan Temulawak*. Bogor: Badan Litbang Pertanian.

Ramadhani, I. P. 2014. Karakteristik Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Nugget Nabati Rumput Laut (Eucheuma cottonii) dengan Variasi Penambahan Tepung Kacang Merah. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Ramos, Reinas, Silva, Fernandes, Cerqueira, Pereira, Vicente, Poças, Pintado, and Malcata. 2013. Effect of whey protein purity and glycerol content upon physical properties of edible films manufactured therefrom. *Journal Food Hydrocolloids*. 30: 110-122.

Razavi, S. M. A., Amini, A. M., dan Zahedi, Y. 2014. Characterisation of a new biodegradable edible film based on sage seed gum: Influence of plasticiser type and concentration. *Journal Food Hydrocolloids*. 1-9.

Robertsons, G. L. 2013. *Food Packaging Principles and Practice.* New York: CRC Press.

Salgado, Molina, Petruccelli, and Mauri. 2010. Biodegradable sunflower protein films naturally activated with antioxidant compounds. *Food Hydrocolloids*. (24): 525–533.

Samanth, Singhal, Kurkani, and Rege. 1993. Protein Polysaccharide Interactions: a New Approach in Food Formulations. *International Journal of Science and Technology.* 28: 547-562.

Sartika, I. J. 2013. Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film dengan Variasi Proporsi Protein Whey-Tapioka dan pH. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Schmid, Hinz, Wild, and Noller. 2013. Effects of Hydrolysed Whey Proteins on the Techno-Functional Characteristics of Whey Protein-Based Films. *Journal Chair of Food Packaging Technology*.

Sembiring, B.S. dan Hidayat. 2012. Perubahan Mutu Lada Hijau Kering Selama Penyimpanan Pada Tiga Macam Kemasan dan Tingkatan Suhu. *Jurnal Littri.* 18 (3): 115-124.

Digital Repository Universitas Jember

Septiana, A.T., Mustaufik, Dwiyanti, H., Muchtadi, D., Zakaria, F. dan Ola, M.M. (2006). Pengaruh spesies *Zingiberaceae* (jahe, temulawak, kunyit, dan kunyit putih) dan ketebalan irisan sebelum pengeringan terhadap kadar dan aktivitas antioksidan ekstrak aseton yang dihasilkan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian.* 26 (2): 69-74.

Sinaga, L. L., Melisa S. R. Dan Mersi S. 2013. Karakteristik *Edible Film* dari Ekstrak Kacang Kedelai dengan Penambahan Tepung Tapioka dan Gliserol sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Jurnal Teknik Kimia.* 2 (4): 12-16.

Skurtys, Acevedo, Pedreschi, Enrione, Osorio, and Aguilera. 2011. *Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings.* Chili: Department of Food Science and Technology, Universidad de Santiago de Chile.

Sobral, P. J. A., Dos-Santos, J. S., and García, F. T. 2005. Effect of Protein and Plasticizer Concentrations in film Forming Solutions on Physical Properties of Edible films Based on Muscle Proteins of a Thai tilapia. *Journal of Food Engineering*. 70 (1): 93-100.

Southornvit, McHught, T. H., and Krocta, J. M. 2003. Formulation conditions, water vapor permeability and solubility of compression-molded whey protein films. *Journal Food Science.* 68 (6): 1985 – 1989.

Sriket, C., and Kittiphattanabawon, P. 2013. Phytochemicals and Antioxidant Activities of Edible Herbs. *KMITL Science and Technology Journal.* 14 (1): 10-17.

Strong, A. B. 2000. *Plastic: Material and Processing.* New Jersey: Prentice-Hall Inc.

Subagio, A. 2006. Ubi Kayu Substitusi Berbagai Tepung-tepungan. *Journal Food Review*. 1: 18-22.

Tihminlioglu, Dog'an, Atik, and Ozen. 2010. Water Vapor and Oxygen-Barrier Performance of Corn–Zein Coated Polypropylene films. *Journal of Food Engineering.* 96: 342–347.

Tolstoguzov, V.B. 1986. Functional Properties of Protein-Polysaccharide Mixture. *Journal Functional Properties of Food Macromolecules*.

Tonnesen, H.H. and Karsen, J. 1985. *Studies on Curcumin and Curcuminoids VI Kinetics of Curcumin Degradation in Aqueous Solution*. *Journal Z Lebensm, Unters Forsch*. 180: 402-404.

Digital Repository Universitas Jember

Tonnesen, H.H., and Greenhill. 1992. Studies on curcumin and curcuminoids. XXII: Curcumin as a reducing agent and as a radical scavenger. *International Journal of Pharmaceutics*. 87: 79-87.

Triyono, A. 2010. *Mempelajari Pengaruh Penambahan Beberapa Asam Pada Proses Isolasi Protein Terhadap Tepung Protein Isolat Kacang Hijau* (*Phaseolus radiatus L.*). *Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*, 4-5 Agustus 2010.

Valenzuela, C., Abugoch, L., and Tapia, C. 2013. Quinoa protein-chitosan-sunflower oil edible film: Mechanical, barrier and structural properties. *Journal Food Science and Technology*. 50: 531-537.

Van der Good H. 1997. *The chemistry and quantitative structure activity relationships of curcumin, in recent development in curcumin pharmacochemistry*. Yogyakarta: Aditya Media.

Wahyudi. A. 2006. *Pengaruh Penambahan Kurkumin dari Rimpang Temu Giring Pada Aktifitas Antioksidan Asam Askorbat dengan Metode FTC*.* Surabaya: *Akta Kimindo.*

Whistler, R. L., Bemiller, J. N., and Paschall, E. F. 1984. *Starch: Chemistry and Technology*. Tokyo: Academic Press. Inc. Toronto.

Wibawatin, W. 2013. Pembuatan *Edible* Plastik dari Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) (Studi Pengaruh Perendaman dalam Abu Dapur, Konsentrasi Isolat Protein Kedelai, dan Konsentrasi Gliserol). *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia.

Winarno, F.G. 1993. *Pangan: Gizi, Teknologi, dan Konsumen.* Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Winarto, W. P., dan Lentera T. 2008. *Khasiat dan Manfaat Kunyit.* Jakarta: Agromedia Pustaka.

Wittaya, T. 2012. Protein-Based Edible Films: Characteristics and Improvement of Properties. *Journal Structure and Function of Food Engineering*. 43-70.

Wolf D. P. 1988. *In Vitro Fertilization and Embryo Transfer: A Manual of Basic Techniques*. New York: Plenum press.

Wulandari, A., Waluyo, S., dan Novita, D. D. 2013. Prediksi Umur Simpan Kerupuk Kemplang dalam Kemasan Plastik Polipropilen Beberapa Ketebalan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 2 (2): 105-114.

Digital Repository Universitas Jember

Yoyo, T. 1995. Mempelajari Karakteristik Fisik *Edible Film* dari Protein Kedelai. *Sripsi.* Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Yuniwati, M. 2012. Produksi Minyak Biji Kapuk dalam Usaha Pemanfaatan Biji Kapuk sebagai Sumber Minyak Nabati. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. 4: 8.

Zayas, J. F. 1997. *Functionality of Proteins In Food.* Kansas: Kansas State University.Zulfikar. 2015. *Gliserol.* http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-kesehatan/biomolekul/gliserol/. [Diakses, 5 Mei 2015].

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN A. DATA HASIL ANALISIS *LIGHTNESS EDIBLE FILM*

A.1. Tabel Hasil Pengukuran *Lightness Edible Film*

% Gliserol	% Ekstrak Kunyit	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
2	0	80,5	80,6	80,5	80,5
	25	74,3	74,4	74,7	74,5
	50	69,5	69,5	69,7	69,6
	75	63,6	63,1	63,8	63,5
	100	59,6	59,5	59,7	59,6
2,5	0	80,6	80,3	80,9	80,6
	25	73,0	73,0	73,3	73,1
	50	67,8	67,7	68,0	67,8
	75	61,5	61,5	61,7	61,5
	100	58,5	59,1	58,7	58,8
3	0	79,7	79,7	80,0	79,8
	25	69,1	69,3	69,1	69,2
	50	63,2	64,0	63,3	63,5
	75	59,4	59,5	59,5	59,4
	100	55,9	55,8	56,0	55,9
3,5	0	79,4	79,6	79,5	79,5
	25	68,1	68,6	68,3	68,4
	50	61,6	61,8	61,85	61,7
	75	56,6	56,1	56,7	56,5
	100	54,2	54,6	54,3	54,4

Digital Repository Universitas Jember

A.2. Tabel 2 Arah Pengukuran Parameter *Lightness Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Rata-rata
B1	80,5	80,6	79,8	79,5	320,4	80,1
B2	74,5	73,1	69,2	68,4	285,1	71,3
B3	69,6	67,8	63,5	61,7	262,6	65,7
B4	63,5	61,5	59,4	56,5	241,0	60,2
B5	59,6	58,8	55,9	54,4	228,7	57,2
Jumlah	347,7	341,9	327,9	320,5	1337,9	334,5
Rata-rata	69,5	68,4	65,6	64,1	267,6	66,9

A.3. Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Beserta Hasil Uji F Pada Parameter *Lightness Edible Film*

Sumber	DF	Adj SS	Adj Ms	F Hitung	P	F Tabel
Konsentrasi Gliserol	3	282,17	94,06	84,64	0.000	9,55
Konsentrasi Eks. Kunyit	4	4007,06	1001,77	901,49	0,000	6,94
Gliserol & Eks. Kunyit	12	56,00	4,67	104,91	0,000	3,89
Error	40	1,78	0,04			
Total	59	4347,02				

S=1,05415 R-sq=98,67% R-sq(adj)= 98,49% R-sq(pred)= 98,23%

Digital Repository Universitas Jember

A.4. Tabel Hasil Analisa Tukey Parameter *Lightness Edible Film* Interaksi Gliserol dan Ekstrak Kunyit

Konsentrasi Gliserol	Konsentrasi Ekstrak Kunyit	N	Mean	Grouping
2%	0%	3	80,5	A
2%	25%	3	74,5	C
2%	50%	3	69,6	E
2%	75%	3	63,5	G
2%	100%	3	59,6	I
2,5%	0%	3	80,6	A
2,5%	25%	3	73,1	D
2,5%	50%	3	67,8	F
2,5%	75%	3	61,5	H
2,5%	100%	3	58,8	J
3%	0%	3	79,8	B
3%	25%	3	69,2	E
3%	50%	3	63,5	G
3%	75%	3	59,4	I
3%	100%	3	55,9	K
3,5%	0%	3	79,5	B
3,5%	25%	3	68,4	F
3,5%	50%	3	61,7	H
3,5%	75%	3	56,5	K
3,5%	100%	3	54,4	L

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN B. DATA HASIL ANALISIS WARNA KROMATIK BIRU-KUNING (b) *EDIBLE FILM*

B.1. Tabel Hasil Pengukuran b (Warna Kromatik Biru-Kuning) *Edible Film*

% Gliserol	% Ekstrak Kunyit	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
2	0	7,4	7,3	7,4	7,4
	25	11,3	11,0	11,2	11,2
	50	12,2	12,2	12,1	12,2
	75	13,7	13,7	13,6	13,7
	100	15,3	15,4	15,3	15,3
2,5	0	7,9	7,8	8,0	7,9
	25	11,3	11,2	11,3	11,3
	50	12,6	12,6	12,6	12,6
	75	14,2	14,3	14,2	14,2
	100	15,9	15,9	15,9	15,9
3	0	8,1	8,2	8,1	8,1
	25	12,0	11,9	12,0	12,0
	50	13,5	13,6	13,5	13,6
	75	15,2	15,3	15,2	15,2
	100	16,0	15,9	16,0	16,0
3,5	0	8,5	8,4	8,5	8,5
	25	12,3	12,3	12,2	12,3
	50	13,6	13,5	13,6	13,6
	75	15,4	15,3	15,4	15,4
	100	16,3	16,2	16,3	16,3

Digital Repository Universitas Jember

B.2. Tabel 2 Arah Pengukuran Parameter b (Warna Kromatik Biru-Kuning) *Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Rata-rata
B1	7,4	7,9	8,1	8,5	31,9	8,0
B2	11,2	11,3	12,0	12,3	46,7	11,7
B3	12,2	12,6	13,6	13,6	51,9	13,0
B4	13,7	14,2	15,2	15,4	58,6	14,6
B5	15,3	15,9	16,0	16,3	63,5	15,9
Jumlah	59,7	61,9	64,9	66,0	252,7	63,2
Rata-rata	11,9	12,4	13,0	13,2	50,5	12,6

B.3. Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Beserta Hasil Uji F Pada Parameter b (Warna Kromatik Biru-Kuning) *Edible Film*

Sumber	DF	Adj SS	Adj Ms	F Hitung	P	F Tabel
Konsentrasi Gliserol	3	14,780	4,927	1620,56	0.000	9,55
Konsentrasi Eks. Kunyit	4	447,685	111,921	36814,23	0,000	6,94
Gliserol & Eks. Kunyit	12	1,884	0,157	51,64	0,000	3,89
Error	40	0,122	0,003			
Total	59	464,470				

S=0,0551376 R-sq=99,97% R-sq(adj)= 99,96% R-sq(pred)= 99,94%

Digital Repository Universitas Jember

B.4. Tabel Hasil Analisa Tukey Parameter b (Warna Kromatik Biru-Kuning) *Edible Film* Interaksi Gliserol dan Ekstrak Kunyit

Konsentrasi Gliserol	Konsentrasi Ekstrak Kunyit	N	Mean	Grouping
2%	0%	3	7,4	M
2%	25%	3	11,2	I
2%	50%	3	12,2	G
2%	75%	3	13,7	E
2%	100%	3	15,3	C
2,5%	0%	3	7,9	L
2,5%	25%	3	11,3	I
2,5%	50%	3	12,6	F
2,5%	75%	3	14,2	D
2,5%	100%	3	15,9	B
3%	0%	3	8,1	K
3%	25%	3	12,0	H
3%	50%	3	13,6	E
3%	75%	3	15,2	C
3%	100%	3	16,0	B
3,5%	0%	3	8,5	J
3,5%	25%	3	12,3	G
3,5%	50%	3	13,6	E
3,5%	75%	3	15,4	C
3,5%	100%	3	16,3	A

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN C. DATA HASIL ANALISIS *HUE EDIBLE FILM*

C.1. Tabel Hasil Pengukuran *Hue Edible Film*

% Gliserol	% Ekstrak Kunyit	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
2	0	105,8	105,8	105,8	105,8
	25	103,9	103,8	103,9	103,9
	50	101,6	101,6	101,5	101,6
	75	99,7	99,7	99,7	99,7
	100	97,3	97,3	97,3	97,3
2,5	0	104,4	104,3	104,4	104,4
	25	102,6	102,6	102,7	102,6
	50	99,5	99,5	99,5	99,5
	75	97,1	97,1	97,1	97,1
	100	95,7	95,7	95,7	95,7
3	0	103,2	103,2	103,2	103,2
	25	100,9	100,8	100,9	100,8
	50	98,6	98,6	98,6	98,6
	75	95,9	96,0	95,9	96,0
	100	94,3	94,3	94,3	94,3
3,5	0	101,3	101,3	101,3	101,3
	25	99,2	99,2	99,2	99,2
	50	98,0	98,0	98,0	98,0
	75	95,6	95,6	95,6	95,6
	100	93,7	93,7	93,7	93,7

Digital Repository Universitas Jember

C.2. Tabel 2 Arah Pengukuran Parameter *Hue Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Rata-rata
B1	105,8	104,4	103,2	101,3	414,7	103,7
B2	103,7	102,6	100,8	99,2	406,5	101,6
B3	101,6	99,5	98,6	98,0	397,6	99,4
B4	99,7	97,1	96,0	95,6	388,5	97,1
B5	97,3	95,7	94,3	93,7	381,0	95,2
Jumlah	508,3	499,3	492,9	487,8	1988,3	497,1
Rata-rata	101,6	99,9	98,6	97,6	397,7	99,4

C.3. Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Beserta Hasil Uji F Pada Parameter *Hue Edible Film*

Sumber	DF	Adj SS	Adj Ms	F Hitung	P	F Tabel
Konsentrasi Gliserol	3	136,94	45,647	172,65	0.000	9,55
Konsentrasi Eks. Kunyit	4	550,03	137,508	520,10	0,000	6,94
Gliserol & Eks. Kunyit	12	12,57	1,047	3,96	0,000	3,89
Error	40	10,58	0,264			
Total	59	710,12				

S=0,514185 R-sq=98,51% R-sq(adj)= 97,80% R-sq(pred)= 96,65%

Digital Repository Universitas Jember

C.4. Tabel Hasil Analisa Tukey Parameter *Hue Edible Film* Interaksi Gliserol dan Ekstrak Kunyit

Konsentrasi Gliserol	Konsentrasi Ekstrak Kunyit	N	Mean	Grouping
2%	0%	3	105,8	A
2%	25%	3	103,9	BC
2%	50%	3	101,6	DE
2%	75%	3	99,7	FG
2%	100%	3	97,3	IJ
2,5%	0%	3	104,4	AB
2,5%	25%	3	102,6	CD
2,5%	50%	3	98,2	GHI
2,5%	75%	3	97,1	IJK
2,5%	100%	3	95,7	KL
3%	0%	3	103,2	BC
3%	25%	3	100,8	EF
3%	50%	3	98,6	GHI
3%	75%	3	96,0	JK
3%	100%	3	94,3	LM
3,5%	0%	3	101,3	DEF
3,5%	25%	3	99,2	GH
3,5%	50%	3	97,9	HI
3,5%	75%	3	95,6	KL
3,5%	100%	3	93,7	M

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN D. DATA HASIL ANALISIS *CHROMA EDIBLE FILM*

D.1. Tabel Hasil Pengukuran *Chroma Edible Film*

% Gliserol	% Ekstrak Kunyit	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
2	0	28,6	28,6	28,6	28,6
	25	32,2	32,3	32,2	32,3
	50	38,1	38,1	38,1	38,1
	75	44,8	44,9	44,8	44,9
	100	58,6	58,6	58,6	58,6
2,5	0	31,1	31,2	31,1	31,1
	25	35,2	35,4	35,2	35,3
	50	45,7	45,7	45,7	45,7
	75	59,8	59,8	59,8	59,8
	100	73,2	73,4	73,2	73,3
3	0	34,2	34,3	34,2	34,2
	25	39,4	39,5	39,4	39,4
	50	51,0	51,2	51,0	51,1
	75	66,3	66,5	66,3	66,4
	100	90,8	90,8	90,8	90,8
3,5	0	38,5	38,5	38,5	38,5
	25	47,0	47,1	47,0	47,0
	50	52,9	52,9	52,9	52,9
	75	71,2	71,1	71,2	71,1
	100	98,7	98,8	98,7	98,7

Digital Repository Universitas Jember

D.2. Tabel 2 Arah Pengukuran Parameter *Chroma Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Rata-rata
B1	28,6	31,1	34,2	38,5	132,5	33,1
B2	32,3	35,3	39,4	47,0	154,0	38,5
B3	38,1	45,7	51,1	52,9	187,8	46,9
B4	44,9	59,8	66,4	71,1	242,2	60,5
B5	58,6	73,3	90,8	98,7	321,5	80,4
Jumlah	202,5	245,2	281,9	308,4	1038,0	259,5
Rata-rata	40,5	49,0	56,4	61,7	207,6	51,9

D.3. Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Beserta Hasil Uji F Pada Parameter *Chroma Edible Film*

Sumber	DF	Adj SS	Adj Ms	F Hitung	P	F Tabel
Konsentrasi Gliserol	3	3811,3	1270,42	409085,14	0.000	9,55
Konsentrasi Eks. Kunyit	4	17300,3	4325,07	1392709,02	0,000	6,94
Gliserol & Eks. Kunyit	12	1211,7	100,98	32515,85	0,000	3,89
Error	40	0,1	0,00			
Total	59	22323,4				

S=0,0557271 R-sq=100,00% R-sq(adj)= 100,00% R-sq(pred)=100,00%

Digital Repository Universitas Jember

D.4. Tabel Hasil Analisa Tukey Parameter *Chroma Edible Film* Interaksi Gliserol dan Ekstrak Kunyit

Konsentrasi Gliserol	Konsentrasi Ekstrak Kunyit	N	Mean	Grouping
2%	0%	3	28,6	T
2%	25%	3	32,3	R
2%	50%	3	38,1	O
2%	75%	3	44,9	L
2%	100%	3	58,6	G
2,5%	0%	3	31,1	S
2,5%	25%	3	35,3	P
2,5%	50%	3	45,7	K
2,5%	75%	3	59,8	F
2,5%	100%	3	73,3	C
3%	0%	3	34,2	Q
3%	25%	3	39,4	M
3%	50%	3	51,1	I
3%	75%	3	66,4	E
3%	100%	3	90,8	B
3,5%	0%	3	38,5	N
3,5%	25%	3	47,0	J
3,5%	50%	3	52,9	H
3,5%	75%	3	71,1	D
3,5%	100%	3	98,7	A

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN E. DATA HASIL ANALISIS KETEBALAN *EDIBLE FILM*

E.1. Tabel Hasil Pengukuran Ketebalan *Edible Film*

% Gliserol	% Ekstrak Kunyit	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
2	0	0,192	0,195	0,195	0,194
	25	0,233	0,232	0,237	0,234
	50	0,252	0,250	0,255	0,252
	75	0,270	0,272	0,273	0,272
	100	0,282	0,282	0,285	0,283
2,5	0	0,202	0,202	0,205	0,203
	25	0,237	0,230	0,240	0,236
	50	0,257	0,252	0,260	0,256
	75	0,272	0,272	0,275	0,273
	100	0,285	0,285	0,288	0,286
3	0	0,222	0,223	0,225	0,223
	25	0,245	0,243	0,248	0,246
	50	0,265	0,260	0,268	0,264
	75	0,280	0,283	0,283	0,282
	100	0,297	0,295	0,300	0,297
3,5	0	0,240	0,243	0,243	0,242
	25	0,262	0,260	0,265	0,262
	50	0,275	0,271	0,278	0,275
	75	0,292	0,290	0,295	0,292
	100	0,303	0,300	0,307	0,303

Digital Repository Universitas Jember

E.2. Tabel 2 Arah Pengukuran Parameter Ketebalan *Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Rata-rata
B1	0,194	0,203	0,223	0,242	0,862	0,216
B2	0,234	0,236	0,246	0,262	0,987	0,244
B3	0,252	0,266	0,264	0,275	1,058	0,262
B4	0,272	0,273	0,282	0,292	1,119	0,280
B5	0,283	0,296	0,297	0,303	1,169	0,292
Jumlah	1,234	1,253	1,313	1,375	5,176	1,294
Rata-rata	0,247	0,251	0,263	0,275	1,035	0,269

E.3. Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Beserta Hasil Uji F Pada Parameter Ketebalan *Edible Film*

Sumber	DF	Adj SS	Adj Ms	F Hitung	P	F Tabel
Konsentrasi Gliserol	3	0,007260	0,002420	316,98	0.000	9,55
Konsentrasi Eks. Kunyit	4	0,043852	0,010963	1435,92	0,000	6,94
Gliserol & Eks. Kunyit	12	0,001033	0,000086	11,28	0,000	3,89
Error	40	0,000305	0,000008			
Total	59	0,052451				

S=0,0027631 R-sq=99,42% R-sq(adj)= 99,14% R-sq(pred)= 98,69%

Digital Repository Universitas Jember

E.4. Tabel Hasil Analisa Tukey Parameter Ketebalan *Edible Film* Interaksi Gliserol dan Ekstrak Kunyit

Konsentrasi Gliserol	Konsentrasi Ekstrak Kunyit	N	Mean	Grouping
2%	0%	3	0,194	O
2%	25%	3	0,234	L
2%	50%	3	0,252	IJ
2%	75%	3	0,272	FG
2%	100%	3	0,283	DE
2,5%	0%	3	0,203	N
2,5%	25%	3	0,236	L
2,5%	50%	3	0,256	HI
2,5%	75%	3	0,273	FG
2,5%	100%	3	0,286	CD
3%	0%	3	0,223	M
3%	25%	3	0,245	JK
3%	50%	3	0,264	GH
3%	75%	3	0,282	DE
3%	100%	3	0,297	AB
3,5%	0%	3	0,242	KL
3,5%	25%	3	0,262	H
3,5%	50%	3	0,275	EF
3,5%	75%	3	0,292	BC
3,5%	100%	3	0,303	A

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN F. DATA HASIL ANALISIS PERPANJANGAN *EDIBLE FILM*

F.1. Tabel Hasil Pengukuran Perpanjangan *Edible Film*

% Gliserol	% Ekstrak Kunyit	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
2	0	4,1	4,1	4,0	4,2
	25	6,2	6,2	6,4	6,3
	50	8,2	8,1	8,5	8,2
	75	14,0	12,5	13,8	13,3
	100	18,2	18,7	18,5	18,5
2,5	0	9,8	9,7	9,9	9,8
	25	20,4	20,0	20,4	20,6
	50	32,3	32,0	32,7	32,4
	75	47,3	48,3	43,7	47,8
	100	66,3	68,7	66,9	67,3
3	0	28,3	28,0	28,9	28,4
	25	39,2	38,4	39,7	39,1
	50	55,0	55,6	55,5	55,3
	75	71,8	72,1	72,4	72,1
	100	77,5	77,0	77,9	77,5
3,5	0	0,29	0,29	0,30	0,29
	25	40,4	41,0	40,7	40,7
	50	60,4	60,6	61,4	60,8
	75	76,3	76,8	76,4	76,5
	100	86,8	86,2	875	86,8

Digital Repository Universitas Jember

F.2. Tabel 2 Arah Pengukuran Parameter Perpanjangan *Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Rata-rata
B1	4,8	9,8	28,4	29,4	71,8	17,9
B2	6,3	20,6	39,1	40,7	106,7	26,7
B3	8,3	32,4	55,4	60,8	156,7	39,2
B4	13,3	47,8	47,8	76,5	209,7	52,4
B5	18,5	67,3	67,3	86,8	250,1	62,5
Jumlah	50,5	177,9	272,5	294,2	795,1	198,8
Rata-rata	10,1	35,6	54,5	58,8	159,0	39,7

F.3. Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Beserta Hasil Uji F Pada Parameter Perpanjangan *Edible Film*

Sumber	DF	Adj SS	Adj Ms	F Hitung	P	F Tabel
Konsentrasi Gliserol	3	22178,0	7392,65	27312,76	0.000	9,55
Konsentrasi Eks. Kunyit	4	15913,2	3978,29	14698,13	0,000	6,94
Gliserol & Eks. Kunyit	12	2808,9	234,07	864,80	0,000	3,89
Error	40	10,8	0,27			
Total	59	40910,8				

S=0,520256 R-sq=99,97% R-sq(adj)= 99,96% R-sq(pred)= 99,94%

Digital Repository Universitas Jember

F.4. Tabel Hasil Analisa Tukey Parameter Perpanjangan *Edible Film* Interaksi Gliserol dan Ekstrak Kunyit

Konsentrasi Gliserol	Konsentrasi Ekstrak Kunyit	N	Mean	Grouping
2%	0%	3	0,04	P
2%	25%	3	0,06	O
2%	50%	3	0,08	N
2%	75%	3	0,13	M
2%	100%	3	0,18	L
2,5%	0%	3	0,10	N
2,5%	25%	3	0,21	K
2,5%	50%	3	0,32	I
2,5%	75%	3	0,48	G
2,5%	100%	3	0,67	D
3%	0%	3	0,28	J
3%	25%	3	0,39	H
3%	50%	3	0,55	F
3%	75%	3	0,72	C
3%	100%	3	0,77	B
3,5%	0%	3	0,29	J
3,5%	25%	3	0,41	H
3,5%	50%	3	0,61	E
3,5%	75%	3	0,76	B
3,5%	100%	3	0,87	A

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN G. DATA HASIL ANALISIS KUAT TARIK *EDIBLE FILM*

G.1. Tabel Hasil Pengukuran Kuat Tarik *Edible Film*

% Gliserol	% Ekstrak Kunyit	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
2	0	0,66	0,66	0,65	0,66
	25	0,53	0,54	0,52	0,53
	50	0,44	0,44	0,44	0,44
	75	0,38	0,38	0,38	0,38
	100	0,22	0,22	0,22	0,22
2,5	0	0,44	0,45	0,44	0,44
	25	0,35	0,36	0,35	0,35
	50	0,29	0,31	0,28	0,29
	75	0,22	0,23	0,22	0,23
	100	0,14	0,16	0,14	0,14
3	0	0,43	0,42	0,42	0,42
	25	0,35	0,36	0,34	0,35
	50	0,25	0,25	0,24	0,25
	75	0,18	0,18	0,18	0,18
	100	0,11	0,11	0,11	0,11
3,5	0	0,29	0,29	0,29	0,29
	25	0,25	0,24	0,24	0,24
	50	0,19	0,19	0,19	0,19
	75	0,14	0,15	0,14	0,14
	100	0,10	0,10	0,10	0,10

Digital Repository Universitas Jember

G.2. Tabel 2 Arah Pengukuran Parameter Kuat Tarik *Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Rata-rata
B1	0,66	0,44	0,42	0,29	183,08	45,77
B2	0,53	0,35	0,35	0,24	149,31	37,33
B3	0,44	0,29	0,25	0,19	118,28	29,57
B4	0,38	0,23	0,18	0,14	93,89	23,47
B5	0,22	0,14	0,11	0,10	58,65	14,66
Jumlah	2,25	1,48	1,32	0,98	6,03	1,51
Rata-rata	0,45	0,30	0,26	0,19	1,21	0,30

G.3. Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Beserta Hasil Uji F Pada Parameter Kuat Tarik *Edible Film*

Sumber	DF	Adj SS	Adj Ms	F Hitung	P	F Tabel
Konsentrasi Gliserol	3	5135,8	1711,93	2461,68	0.000	9,55
Konsentrasi Eks. Kunyit	4	7008,9	1752,21	2519,60	0,000	6,94
Gliserol & Eks. Kunyit	12	502,7	41,89	60,24	0,000	3,89
Error	40	27,8	0,70			
Total	59	12675,2				

S=0,833926 R-sq=99,78% R-sq(adj)= 99,68% R-sq(pred)= 99,51%

Digital Repository Universitas Jember

G.4. Tabel Hasil Analisa Tukey Parameter Kuat Tarik *Edible Film* Interaksi Gliserol dan Ekstrak Kunyit

Konsentrasi Gliserol	Konsentrasi Ekstrak Kunyit	N	Mean	Grouping
2%	0%	3	65,85	A
2%	25%	3	53,21	B
2%	50%	3	44,05	C
2%	75%	3	38,24	D
2%	100%	3	22,20	H
2,5%	0%	3	44,55	C
2,5%	25%	3	35,57	E
2,5%	50%	3	29,43	F
2,5%	75%	3	22,65	GH
2,5%	100%	3	13,23	JK
3%	0%	3	42,29	C
3%	25%	3	34,98	E
3%	50%	3	25,01	G
3%	75%	3	18,11	I
3%	100%	3	11,25	KL
3,5%	0%	3	29,36	F
3,5%	25%	3	24,49	GH
3,5%	50%	3	18,83	I
3,5%	75%	3	14,19	J
3,5%	100%	3	10,29	L

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN H. DATA HASIL ANALISIS KADAR AIR *EDIBLE FILM*

H.1. Tabel Hasil Pengukuran Kadar Air *Edible Film*

% Gliserol	% Ekstrak Kunyit	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
2	0	10,0245	10,0229	10,0495	10,0237
	25	10,1532	10,1538	10,1477	10,1535
	50	10,4044	10,4005	10,3960	10,4024
	75	10,7547	10,7541	10,7513	10,7544
	100	11,9508	11,9536	11,9340	11,9522
2,5	0	10,4198	10,4199	10,4239	10,4199
	25	10,5451	10,5458	10,5433	10,5454
	50	10,9687	10,9665	10,9347	10,9676
	75	11,3692	11,3686	11,3660	11,3689
	100	12,6151	12,6159	12,5814	12,6155
3	0	10,6737	10,6789	10,6616	10,6763
	25	11,0171	11,0155	11,0350	11,0163
	50	11,6683	11,6688	11,6885	11,6686
	75	12,2433	12,2457	12,2374	12,2445
	100	12,8668	12,8680	12,8852	12,8674
3,5	0	11,2025	11,2028	11,1944	11,2026
	25	11,4834	11,4852	11,4827	11,4843
	50	11,8910	11,8875	11,8846	11,8892
	75	12,7277	12,7287	12,7179	12,7282
	100	13,2025	13,2082	13,2011	13,2054

Digital Repository Universitas Jember

H.2. Tabel 2 Arah Pengukuran Parameter Kadar Air *Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Rata-rata
B1	10,0237	10,4199	10,6763	11,2027	42,3225	10,5806
B2	10,1535	10,5454	11,0163	11,4843	43,1995	10,7999
B3	10,4024	10,9676	11,6686	11,8892	44,9278	11,2320
B4	10,7544	11,3689	12,2445	12,7282	47,0960	11,7740
B5	11,9522	12,6155	12,8674	13,2054	50,6405	12,6601
Jumlah	53,2862	55,9173	58,4731	60,5097	228,186	57,0466
Rata-rata	10,6572	11,1835	11,6946	12,1019	45,6373	11,4093

H.3. Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Beserta Hasil Uji F Pada Parameter Kadar Air *Edible Film*

Sumber	DF	Adj SS	Adj Ms	F Hitung	P	F Tabel
Konsentrasi Gliserol	3	17,8276	5,94252	24481,86	0.000	9,55
Konsentrasi Eks. Kunyit	4	33,5675	8,39188	34572,67	0,000	6,94
Gliserol & Eks. Kunyit	12	1,1790	0,09825	404,76	0,000	3,89
Error	40	0,0097	0,00024			
Total	59	52,5838				

S=0,0155798 R-sq=99,98% R-sq(adj)= 99,97% R-sq(pred)= 99,96%

Digital Repository Universitas Jember

H.4. Tabel Hasil Analisa Tukey Parameter Kadar Air *Edible Film* Interaksi Gliserol dan Ekstrak Kunyit

Konsentrasi Gliserol	Konsentrasi Ekstrak Kunyit	N	Mean	Grouping
2%	0%	3	10,0323	S
2%	25%	3	10,1516	R
2%	50%	3	10,4003	Q
2%	75%	3	10,7534	N
2%	100%	3	11,9461	F
2,5%	0%	3	10,4212	Q
2,5%	25%	3	10,5447	P
2,5%	50%	3	10,9566	M
2,5%	75%	3	11,3679	J
2,5%	100%	3	12,6041	D
3%	0%	3	10,6714	O
3%	25%	3	11,0225	L
3%	50%	3	11,6752	H
3%	75%	3	12,2421	E
3%	100%	3	13,8733	B
3,5%	0%	3	11,1999	K
3,5%	25%	3	11,4838	I
3,5%	50%	3	11,8877	G
3,5%	75%	3	12,7248	C
3,5%	100%	3	13,2373	A

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN I. DATA HASIL ANALISIS KELARUTAN *EDIBLE FILM*

I.1. Tabel Hasil Pengukuran Kelarutan *Edible Film*

% Gliserol	% Ekstrak Kunyit	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
2	0	5,5926	5,3800	5,5348	5,5025
	25	14,2340	14,4990	14,2570	14,3300
	50	22,2100	22,1320	22,2390	22,1930
	75	31,0760	31,3170	31,0360	31,1430
	100	36,6610	36,6240	36,6700	36,6510
2,5	0	9,4827	9,4997	9,5308	9,5044
	25	17,9610	17,6830	17,9750	17,8730
	50	29,3450	29,2400	29,3450	29,3100
	75	34,5830	34,4100	34,5540	34,5160
	100	39,5730	39,4210	39,5760	39,5230
3	0	17,4640	17,4240	17,4680	17,4520
	25	27,5080	27,5410	27,5300	27,5260
	50	31,2160	31,1000	31,1980	31,1710
	75	36,2750	36,0160	36,2940	36,1950
	100	42,8220	42,8570	42,8260	42,8350
3,5	0	21,8300	22,2650	21,8690	21,9880
	25	31,4120	31,3080	31,3660	31,3620
	50	37,4270	37,2730	37,4090	37,3700
	75	42,6250	42,6590	42,5890	42,6240
	100	47,4560	47,2330	47,4000	47,3630

Digital Repository Universitas Jember

I.2. Tabel 2 Arah Pengukuran Parameter Kelarutan *Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Rata-rata
B1	5,50248	9,5044	17,4521	21,9878	54,44672	13,6117
B2	14,3303	17,8731	27,5262	31,3620	91,09152	22,7729
B3	22,1934	29,3100	31,1712	37,3695	120,0440	30,0110
B4	31,1434	34,5156	36,1949	42,6245	144,4783	36,1196
B5	36,6513	39,5232	42,8351	47,3628	166,3724	41,5931
Jumlah	109,821	130,726	155,179	180,707	576,4329	144,108
Rata-rata	21,9642	26,1452	31,0359	36,1413	115,2866	28,8216

I.3. Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Beserta Hasil Uji F Pada Parameter Kelarutan *Edible Film*

Sumber	DF	Adj SS	Adj Ms	F Hitung	P	F Tabel
Konsentrasi Gliserol	3	1690,04	563,35	51295,29	0.000	9,55
Konsentrasi Eks. Kunyit	4	5828,60	1457,15	132680,25	0,000	6,94
Gliserol & Eks. Kunyit	12	138,41	11,53	1050,28	0,009	3,89
Error	40	0,44	0,01			
Total	59	7657,49				

S=0,104797 R-sq=99,99% R-sq(adj)= 99,99% R-sq(pred)= 99,99%

Digital Repository Universitas Jember

I.4. Tabel Hasil Analisa Tukey Parameter Kelarutan *Edible Film* Interaksi Gliserol dan Ekstrak Kunyit

Konsentrasi Gliserol	Konsentrasi Ekstrak Kunyit	N	Mean	Grouping
2%	0%	3	5,5025	P
2%	25%	3	14,3300	N
2%	50%	3	22,1930	K
2%	75%	3	31,1430	H
2%	100%	3	36,6510	E
2,5%	0%	3	9,5044	O
2,5%	25%	3	17,8730	L
2,5%	50%	3	29,3100	I
2,5%	75%	3	34,5160	G
2,5%	100%	3	39,5230	C
3%	0%	3	17,4520	M
3%	25%	3	27,5260	J
3%	50%	3	31,1710	H
3%	75%	3	36,1950	F
3%	100%	3	42,8350	B
3,5%	0%	3	21,9880	K
3,5%	25%	3	31,3620	H
3,5%	50%	3	37,3700	D
3,5%	75%	3	42,6240	B
3,5%	100%	3	47,3630	A

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN J. DATA HASIL ANALISIS TRANSFER UAP AIR *EDIBLE FILM*

J.1. Tabel Hasil Pengukuran Transfer Uap Air *Edible Film*

% Gliserol	% Ekstrak Kunyit	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
2	0	0,1668	0,1684	0,1684	0,1678
	25	0,1107	0,1139	0,1090	0,1112
	50	0,0794	0,0842	0,0802	0,0813
	75	0,0409	0,0433	0,0417	0,0420
	100	0,0241	0,0353	0,0241	0,0278
2,5	0	0,2301	0,2357	0,2317	0,2325
	25	0,1756	0,1780	0,1732	0,1756
	50	0,1379	0,1363	0,1363	0,1368
	75	0,0874	0,0866	0,0874	0,0871
	100	0,0409	0,0457	0,0417	0,0428
3	0	0,3047	0,3071	0,3055	0,3058
	25	0,2173	0,2149	0,2189	0,2170
	50	0,1539	0,1604	0,1539	0,1561
	75	0,1074	0,1115	0,1082	0,1090
	100	0,0770	0,0794	0,0778	0,0780
3,5	0	0,3793	0,3801	0,3785	0,3793
	25	0,3151	0,3143	0,3159	0,3151
	50	0,2838	0,2814	0,283	0,2828
	75	0,2037	0,2061	0,2029	0,2042
	100	0,1548	0,1588	0,1556	0,1564

Digital Repository Universitas Jember

J.2. Tabel 2 Arah Pengukuran Parameter Transfer Uap Air *Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Rata-rata
B1	0,1343	0,1752	0,2338	0,2883	0,8317	0,2079
B2	0,0850	0,1327	0,1628	0,2382	0,6187	0,1547
B3	0,0638	0,1055	0,1179	0,2161	0,5033	0,1258
B4	0,0333	0,0678	0,0850	0,1564	0,3424	0,0856
B5	0,0225	0,0341	0,0605	0,1219	0,2390	0,0597
Jumlah	0,3388	0,5153	0,6600	1,0209	2,5351	0,6338
Rata-rata	0,0678	0,1031	0,1320	0,2042	0,5070	0,1268

J.3. Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Beserta Hasil Uji F Pada Parameter Transfer Uap Air *Edible Film*

Sumber	DF	Adj SS	Adj Ms	F Hitung	P	F Tabel
Konsentrasi Gliserol	3	0,265813	0,088604	15491,64	0.000	9,55
Konsentrasi Eks. Kunyit	4	0,284728	0,071182	12445,49	0,000	6,94
Gliserol & Eks. Kunyit	12	0,012126	0,001010	176,67	0,000	3,89
Error	40	0,000229	0,000006			
Total	59	0,562896				

S=0,0023915 R-sq=99,96% R-sq(adj)= 99,94% R-sq(pred)= 99,91%

Digital Repository Universitas Jember

J.4. Tabel Hasil Analisa Tukey Parameter Transfer Uap Air *Edible Film* Interaksi Gliserol dan Ekstrak Kunyit

Konsentrasi Gliserol	Konsentrasi Ekstrak Kunyit	N	Mean	Grouping
2%	0%	3	0,1679	I
2%	25%	3	0,1112	L
2%	50%	3	0,0813	MN
2%	75%	3	0,0420	O
2%	100%	3	0,0278	P
2,5%	0%	3	0,2325	E
2,5%	25%	3	0,1756	H
2,5%	50%	3	0,1368	K
2,5%	75%	3	0,0871	M
2,5%	100%	3	0,0428	O
3%	0%	3	0,3058	C
3%	25%	3	0,2170	F
3%	50%	3	0,1561	J
3%	75%	3	0,1090	L
3%	100%	3	0,0780	N
3,5%	0%	3	0,3793	A
3,5%	25%	3	0,3151	B
3,5%	50%	3	0,2827	D
3,5%	75%	3	0,2042	G
3,5%	100%	3	0,1564	J

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN K. DATA HASIL ANALISIS AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DPPH *EDIBLE FILM*

K.1. Tabel Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan DPPH *Edible Film*

% Gliserol	% Ekstrak Kunyit	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
2	0	6,335	6,178	6,335	6,256
	25	13,144	13,170	13,118	13,157
	50	25,526	25,605	25,710	25,565
	75	33,517	33,649	33,675	33,583
	100	42,297	42,429	42,534	42,363
2,5	0	6,467	6,441	6,388	6,454
	25	13,328	13,407	13,144	13,367
	50	25,736	25,789	25,710	25,762
	75	33,754	33,780	33,622	33,767
	100	42,534	42,534	42,508	42,534
3	0	6,256	6,178	6,178	6,217
	25	13,091	13,039	13,013	13,065
	50	25,526	25,499	25,578	25,513
	75	33,517	33,544	33,517	33,530
	100	42,350	42,350	42,350	42,350
3,5	0	6,230	6,099	6,125	6,164
	25	13,013	12,960	12,934	12,986
	50	25,526	25,473	25,552	25,499
	75	33,464	33,570	33,517	33,517
	100	42,429	42,271	42,324	42,350

Digital Repository Universitas Jember

K.2. Tabel 2 Arah Pengukuran Parameter Aktivitas Antioksidan DPPH *Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4	Jumlah	Rata-rata
B1	6,256	6,454	6,217	6,164	25,092	6,273
B2	13,157	13,367	13,065	12,986	52,576	13,144
B3	25,565	25,762	25,513	25,499	102,340	25,585
B4	33,585	33,767	33,530	33,517	134,398	33,599
B5	42,363	42,534	42,350	42,350	169,598	42,399
Jumlah	120,925	121,885	120,676	120,518	484,004	121,001
Rata-rata	24,185	24,377	24,135	24,103	96,801	24,200

K.3. Tabel Hasil Analisis Varian Parameter Aktivitas Antioksidan DPPH *Edible Film*

Sumber	DF	Adj SS	Adj Ms	F Hitung	P	F Tabel
Konsentrasi Gliserol	3	0,5	0,17	38,81	0.000	9,55
Konsentrasi Eks. Kunyit	4	10396,3	2599,06	577527,19	0,000	6,94
Gliserol & Eks. Kunyit	12	0,0	0,00	0,43	0,942	3,89
Error	40	0,2	0,00			
Total	59	10397,0				

S=0,0670845 R-sq=100,00% R-sq(adj)=100,00% R-sq(pred)=100,00%

Digital Repository Universitas Jember

K.4. Tabel Hasil Analisa Tukey Parameter Aktivitas Antioksidan DPPH *Edible Film* Interaksi Gliserol dan Ekstrak Kunyit

Konsentrasi Gliserol	Konsentrasi Ekstrak Kunyit	N	Mean	Grouping
2%	0%	3	6,256	BE
2%	25%	3	13,157	BD
2%	50%	3	25,565	BC
2%	75%	3	33,583	AB
2%	100%	3	42,363	B
2,5%	0%	3	6,454	AE
2,5%	25%	3	13,367	AD
2,5%	50%	3	25,762	AC
2,5%	75%	3	33,767	AB
2,5%	100%	3	42,534	A
3%	0%	3	6,217	CE
3%	25%	3	13,065	DC
3%	50%	3	25,513	C
3%	75%	3	33,530	BC
3%	100%	3	42,350	AC
3,5%	0%	3	6,164	CE
3,5%	25%	3	12,986	DC
3,5%	50%	3	25,499	C
3,5%	75%	3	33,517	BC
3,5%	100%	3	42,350	AC

Digital Repository Universitas Jember

LAMPIRAN L. DATA HASIL NILAI EFEKTIFITAS *EDIBLE FILM*

No	Parameter	Terbaik	Terjelek	B.V	B.N	A1B1		A1B2		A1B3		A1B4		A1B5	
						N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H
1	Warna Lightness	80,5355	54,3942	0,9	0,0937	1	0,0937	0,7648	0,0717	0,5777	0,0541	0,3437	0,0322	0,1964	0,0184
2	Warna b	16,2565	7,3629	0,7	0,0729	0	0	0,4242	0,0309	0,5413	0,0394	0,7127	0,0519	0,9003	0,0656
3	Warna Hue	105,8074	93,8215	0,7	0,0729	1	0,0729	0,8372	0,0610	0,6465	0,0471	0,4930	0,0359	0,2892	0,0210
4	Warna Chroma	28,6395	98,7585	0,8	0,0833	1	0,0833	0,9481	0,0790	0,8652	0,0721	0,7684	0,0640	0,5726	0,0477
5	Ketebalan	0,3016	0,1933	0,9	0,0937	0	0	0,3615	0,0338	0,5307	0,0497	0,7153	0,0670	0,8153	0,0764
6	Perpanjangan	0,8649	0,0407	1	0,1041	0	0	0,0260	0,0027	0,0492	0,0051	0,1087	0,0113	0,1746	0,0181
7	Kuat Tarik	0,10	0,66	1	0,1041	0	0	0,2321	0,0242	0,3928	0,0409	0,5	0,0521	0,7857	0,0818
8	Kadar Air	10,0237	13,2053	0,8	0,0833	1	0,0833	0,9592	0,0799	0,8809	0,0734	0,7703	0,0641	0,3938	0,0328
9	Kelarutan	47,3442	5,4863	0,9	0,0937	0	0	0,2121	0,0198	0,3985	0,0373	0,6142	0,0575	0,7443	0,0697
10	Transfer Uap Air	0,0296	0,3796	0,9	0,0937	0,6059	0,0568	0,7640	0,0716	0,8510	0,0797	0,9644	0,0904	1	0,0937
11	Aktivitas Antioksidan	42,8890	4,8633	1	0,1041	0,0366	0,0038	0,2181	0,0227	0,5444	0,0567	0,7552	0,0787	0,9861	0,1027
Total		342,9677	344,7137	9,6	1		0,4402		0,5451		0,5918		0,5266		0,5257

Digital Repository Universitas Jember

No	Parameter	Terbaik	Terjelek	B.V	B.N	A2B1		A2B2		A2B3		A2B4		A2B5	
						N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H
1	Warna Lightness	80,5355	54,3942	0,9	0,0937	0,9974	0,0935	0,7129	0,0668	0,5107	0,0478	0,2718	0,0254	0,1692	0,0158
2	Warna b	16,2565	7,3629	0,7	0,0729	0,0573	0,0041	0,4406	0,0321	0,5861	0,0427	0,7764	0,0566	0,9631	0,0702
3	Warna Hue	105,8074	93,8215	0,7	0,0729	0,8796	0,0641	0,7340	0,0535	0,4741	0,0345	0,2772	0,0202	0,1544	0,0112
4	Warna Chroma	28,6395	98,7585	0,8	0,0833	0,9642	0,0803	0,9047	0,0753	0,7568	0,0630	0,5555	0,0462	0,3625	0,0302
5	Ketebalan	0,3016	0,1933	0,9	0,0937	0,0769	0,0072	0,3692	0,0346	0,5615	0,0526	0,7230	0,0677	0,8461	0,0793
6	Perpanjangan	0,8649	0,0407	1	0,1041	0,0690	0,0071	0,1959	0,0204	0,3408	0,0355	0,5308	0,0553	0,7700	0,0802
7	Kuat Tarik	0,10	0,66	1	0,1041	0,375	0,0391	0,5357	0,0558	0,6428	0,0669	0,7678	0,0799	0,9107	0,0949
8	Kadar Air	10,0237	13,2053	0,8	0,0833	0,8754	0,0729	0,8360	0,0696	0,7033	0,0586	0,5772	0,0481	0,1853	0,0154
9	Kelarutan	47,3442	5,4863	0,9	0,0937	0,0956	0,0089	0,2947	0,0276	0,5687	0,0533	0,6930	0,0649	0,8125	0,0761
10	Transfer Uap Air	0,0296	0,3796	0,9	0,0937	0,4192	0,0393	0,5796	0,0543	0,6930	0,0649	0,8361	0,0783	0,9610	0,0900
11	Aktivitas Antioksidan	42,8890	4,8633	1	0,1041	0,0418	0,0043	0,2236	0,0233	0,5496	0,0572	0,7601	0,0792	0,9907	0,1032
Total		342,9677	344,7137	9,6	1		0,5284		0,4911		0,5209		0,5440		0,5645

Digital Repository Universitas Jember

No	Parameter	Terbaik	Terjelek	B.V	B.N	A3B1		A3B2		A3B3		A3B4		A3B5	
						N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H
1	Warna Lightness	80,5355	54,3942	0,9	0,0937	0,9693	0,0908	0,5659	0,0530	0,3517	0,0329	0,1924	0,0180	0,0567	0,0053
2	Warna b	16,2565	7,3629	0,7	0,0729	0,0894	0,0065	0,5179	0,0377	0,6999	0,0510	0,8900	0,0648	0,9686	0,0706
3	Warna Hue	105,8074	93,8215	0,7	0,0729	0,7841	0,0571	0,5868	0,0427	0,3975	0,0289	0,1805	0,0131	0,0405	0,0029
4	Warna Chroma	28,6395	98,7585	0,8	0,0833	0,9203	0,0766	0,8456	0,0704	0,6797	0,0566	0,4609	0,0384	0,1132	0,0094
5	Ketebalan	0,3016	0,1933	0,9	0,0937	0,2692	0,0252	0,4692	0,0439	0,6384	0,0598	0,8153	0,0764	0,9461	0,0887
6	Perpanjangan	0,8649	0,0407	1	0,1041	0,2922	0,0304	0,4213	0,0438	0,6213	0,0647	0,8239	0,0858	0,8880	0,0925
7	Kuat Tarik	0,10	0,66	1	0,1041	0,4286	0,0446	0,5536	0,0577	0,7321	0,0763	0,8571	0,0893	0,9821	0,1023
8	Kadar Air	10,0237	13,2053	0,8	0,0833	0,7948	0,0662	0,6880	0,0573	0,4830	0,0402	0,3020	0,0251	0,1062	0,0088
9	Kelarutan	47,3442	5,4863	0,9	0,0937	0,2856	0,0267	0,5264	0,0493	0,6133	0,0574	0,7324	0,0686	0,8923	0,0836
10	Transfer Uap Air	0,0296	0,3796	0,9	0,0937	0,2107	0,0197	0,4673	0,0438	0,6357	0,0596	0,7720	0,0723	0,8613	0,0807
11	Aktivitas Antioksidan	42,8890	4,8633	1	0,1041	0,0356	0,0037	0,2157	0,0225	0,5430	0,0566	0,7539	0,0785	0,9858	0,1027
Total		342,9677	344,7137	9,6	1		0,4441		0,4999		0,5279		0,5524		0,5451

Digital Repository Universitas Jember

No	Parameter	Terbaik	Terjelek	B.V	B.N	A4B1		A4B2		A4B3		A4B4		A4B5	
						N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H	N.E	N.H
1	Warna Lightness	80,5355	54,3942	0,9	0,0937	0,9601	0,0900	0,5347	0,0501	0,2798	0,0262	0,0755	0,0070	0	0
2	Warna b	16,2565	7,3629	0,7	0,0729	0,1267	0,0092	0,5559	0,0405	0,7004	0,0510	0,9003	0,0656	1	0,0729
3	Warna Hue	105,8074	93,8215	0,7	0,0729	0,6257	0,0456	0,4472	0,0326	0,3325	0,0242	0,1545	0,0112	0	0
4	Warna Chroma	28,6395	98,7585	0,8	0,0833	0,8589	0,0715	0,7374	0,0614	0,6534	0,0544	0,3938	0,0328	0	0
5	Ketebalan	0,3016	0,1933	0,9	0,0937	0,4461	0,0418	0,6230	0,0584	0,7384	0,0692	0,9000	0,0843	1	0,0937
6	Perpanjangan	0,8649	0,0407	1	0,1041	0,3041	0,0316	0,4442	0,0462	0,6844	0,0712	0,8791	0,0915	1	0,1041
7	Kuat Tarik	0,10	0,66	1	0,1041	0,6607	0,0688	0,75	0,0781	0,8393	0,0874	0,9286	0,0967	1	0,1042
8	Kadar Air	10,0237	13,2053	0,8	0,0833	0,6294	0,0524	0,5409	0,0450	0,4136	0,0344	0,1499	0,0124	0	0
9	Kelarutan	47,3442	5,4863	0,9	0,0937	0,3956	0,0370	0,6181	0,0579	0,7612	0,0713	0,8876	0,0832	1	0,0937
10	Transfer Uap Air	0,0296	0,3796	0,9	0,0937	0	0	0,1855	0,0173	0,2772	0,0259	0,4994	0,0468	0,6368	0,0597
11	Aktivitas Antioksidan	42,8890	4,8633	1	0,1041	0,0342	0,0036	0,2136	0,0222	0,5427	0,0565	0,7535	0,0785	0,9858	0,1027
Total		342,9677	344,7137	9,6	1		0,4478		0,4874		0,5164		0,5317		0,5284

Digital Repository Universitas Jember

Tabel Hasil Pengukuran Uji Efektifitas *Edible Film*

Faktor	A1	A2	A3	A4
B1	0,4403	0,5284	0,4441	0,4478
B2	0,5451	0,4911	0,4999	0,4874
B3	0,5918	0,5209	0,5279	0,5164
B4	0,5266	0,5440	0,5524	0,5317
B5	0,5284	**0,5645**	0,5451	0,5284