

REKOR OF Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

**PENGARUH PENAMBAHAN GLISEROL TERHADAP
SIFAT FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE FILM* BERBASIS
ISOLAT PROTEIN KORO PEDANG (*CANAVALIA ENSIFORMIOS L.*)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Strata Satu (S1) Pada
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Terima
No. Induk
Pembelian
Tel 80105
fuz

S
688.8
R12
P

Oleh :

WASSUTUR RIZQI

NIM. 001710101042

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2004



Dosen Pembimbing :
Ir. Wiwik Siti Windrati, MP
Triana Lindriati, ST
Ir. Unus, MS

HALAMAN PENGESAHAN

DITERIMA OLEH:
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
SEBAGAI KARYA ILMIAH TERTULIS (SKRIPSI)

Dipertanggungjawabkan pada:

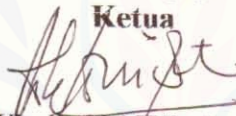
Hari : Sabtu

Tanggal : 11 Desember 2004

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Tim Penguji:

Ketua



Ir. Wiwik Siti Windrati, MP

NIP. 130 787 732

Anggota I



Triana Lindriati, ST

NIP.132 207 762

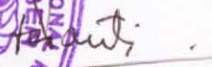
Anggota II



Ir. Unus, MS

NIP. 130 368 786

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Ir. Siti Hartanti, MS

NIP. 130 350 763

MOTTO

- *Jadikanlah sholat dan sabar sebagai penolongmu dan sesungguhnya yang demikian ini sungguh berat kecuali bagi orang yang beriman.*
(Q.S Al Baqarah : 55)
- *Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan lain, dan hanya kepada Tuhan-mulah kamu berharap.*
(Q.S Insyirah : 6-8)
- *Ilmu pengetahuan adalah sayap yang akan membawa kita terbang ke langit.*
(W. Shakespeare)
- *Tiga hal dalam mencapai sukses "berusaha, berdoa dan tawakal"*
(Aa - gym)
- *Dimana Seorang Ibu Disayangi dan Dihormati, Disana Setiap Do'a Kedengaran Nyaring diTelinga Allah..*
- *Bergabung Dengan Orang Lain Hanyalah Sebuah Ilusi, Tapi Bergabung Dengan Sang Diri Sejati, Itulah Sebuah Realita Yang Maha Utama.*
(Deepak Chopra)
- *"Musuh Adalah Guru Yang Menyamar".*
(Musashi)

PERSEMBAHAN

Karya Tulis Ilmiah ini kupersembahkan sebagai kebahagiaan dan terima kasih kepada :

- ❖ *Allah SWT, terima kasih atas rahmat dan Hidayat-Nya yang sangat berlimpah dan tiada henti kuterima sepanjang hidupku.*
- ❖ *Kedua orang tuaku, Ayahanda Yusnan hadi dan Ibunda Rini yuliati terima kasih atas limpahan doa, cinta dan kasih sayang serta bimbingannya hingga saya bisa seperti ini.*
- ❖ *Eyang uti Lilik, utami dan eyang kakung Soenyoto serta Embah abi "Lampung" terima kasih untuk doa restu dan kasih sayangnya.*
- ❖ *Adik-adikku Rika dan Ovi terima kasih telah menjadi bagian dari hidupku (senang punya saudara kalian...), serta semua saudara-saudara sepupuku terima kasih untuk kebersamaan yang membahagiakanku.*
- ❖ *Yulianto, terima kasih untuk semuanya semoga Allah selalu Meridhoi kebersamaan kita Amin.*
- ❖ *Keluarga besar Soenyoto dan keluarga besar Ramli.*
- ❖ *Keluarga besar bapak Kustiman, terima kasih atas dorongan dan doanya.*
- ❖ *Almamaterku.*

Special Thanks To :

- Teman-teman selama kuliah di TP : Windra (terima kasih pinjaman buku, ngeprint, tahu lontong, rujak, escampur dkk dan curhat sampe paginya), Dian (makasih sering nyemangatin aku), nissa “Soleh” (ibu ojek yang baik hati), (Tri (cerewet koen)”kamu baik deh!!), Wina (ndak pingin curhat ta sama aku??) Lilia (makasih untuk nasehat²nya)
- Agus, A’an Gedhel, Dedi Gudhul, Reza Gembluk, Heri, Rahmat Raja Penyakit, Adi koplak (kalian berikan warna tersendiri dalam hidupku, terus “GILA” yo rek!!
- Reni, Sita, Iguh, Subkhan terima kasih atas bantuannya selama penelitian
- Mbak Yeti + Mas Suhe u/ pendahuluan yang memudahkanku dalam penelitian selanjutnya.
- All Crew 77A “Lina (DW)” (sorry sering tak ganggu), Nurul “Si Unyil” (Jangan nakal ya??), Yunis (pilih salah satu aja ya), UUL (Si jenius yang seperti anak kecil), Anis (cepat dadian ben ga’ stress), Mbak Aini (makasih translate-nya), Raya (agak dewasa dikit ya, dek), Intan (qt Cuma sebentar bertemu, tp berkesan gitu??), mbak Imay(calon ibu notaris), Unik (terimakasih untuk semangatnya), Rini (yang rukun ya dik), Susi (masak yang rajin biar cepet kaya).
- Temen-temen call center (shif H)”laras, ajeng, elka, ye!!!, ika (hallo selamat sore.....)
- Teman2 kodelku: ani, rika, aa’ dedi, nanang, mimi, upi, beta, sandot “tetep kompak ya”
- Teman2 flake (evy, lusi “yak dheesss!”, septina, yultin, sohib), bandeng presto (evy, andi, sita) tepung ‘kolor’ (agustina & mona), Ibnul, ika, luluk, windy, erick, fitri, Dono, bona + tiarma, nani, sigit, mbah maul, faisol dan semua teman^{oo} TP angkatan 2000 yang kompak ya!!!! Kalian adalah mahkluk aneh!!!!
- Kepik, kamu akan tetap jadi adikku Ok!!!.
- Mas^{oo} osaka yang telah menungguiku menemaniku ngrental makasih banget deh.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis (skripsi) yang berjudul **Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Edible Film Berbasis Isolat Protein Koro Pedang (*Canavalia ensiformis L.*)**. Karya Ilmiah Tertulis ini merupakan syarat untuk menyelesaikan program strata satu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung atau tidak langsung. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember.
3. Ibu Ir. Wiwik Siti Windrati, MP selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU), Ibu Triana Lindriati, ST selaku Dosen Pembimbing Anggota I (DPA I) dan Ir. Unus, MS selaku Dosen Pembimbing Anggota II (DPA II), atas bimbingan dan arahnya.
4. Bapak Yuli Witono, S.TP, MP selaku Dosen Wali.
5. Seluruh Teknisi Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Pengendalian Mutu Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
6. Staf pengajar dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Karya Ilmiah tertulis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Akhirnya penulis mengharapkan semoga Karya Tulis Ilmiah ini bermanfaat bagi kita semua.

Jember, September 2004

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN,	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN	xiv

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian	3

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman koro pedang.....	4
2.2 Isolat Protein Koro Pedang.....	5
2.3 <i>Edible Film</i>	6
2.4 Bahan Pembantu Dalam Pembuatan <i>Edible Film</i> Dari Isolat Protein Koro Pedang	8
2.4.1 Air	8
2.4.2 Gliserol.....	9
2.5 Proses Pembuatan <i>Edible Film</i>	10
2.6 Perubahan-Perubahan Selama Pembuatan <i>Edible Film</i>	11
2.6.1 Polimerisasi.....	11

2.6.2 Denaturasi	12
2.6.3 Gelasi	12
2.6.4 Agregasi	13
2.7 Hipotesa	13

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian	14
3.1.1 Bahan	14
3.1.2 alat.....	14
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	14
3.3 Metode Penelitian.....	14
3.3.1 Pelaksanaan Penelitian	14
3.3.2 Rancangan Percobaan	15
3.4 Pengamatan.....	16
3.5 Prosedur Analisa.....	16
3.5.1 Kekuatan Tarik/ <i>Tensile strength</i>	16
3.5.2 Perpanjaangan/ <i>Elongation</i>	17
3.5.3 Kandungan Protein Terlarut.....	17
3.5.4 Kecepatan Transfer Uap Air/ <i>Water Vapor Transmision Rate</i>	17
3.5.5 Kecerahan Warna.....	18
3.5.6 Higroskopisitas	18
3.5.7 Derajat Rehidrasi	18
3.5.8 Ketebalan	18

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kekuatan Tarik/ <i>Tensile strength</i>	21
4.2 Perpanjaangan/ <i>Elongation</i>	22
4.3 Kandungan Protein Terlarut.....	24
4.4 Kecepatan Transfer Uap Air/ <i>Water Vapor Transmision Rate</i>	25
4.5 Kecerahan Warna.....	26
4.6 Higroskopisitas	27

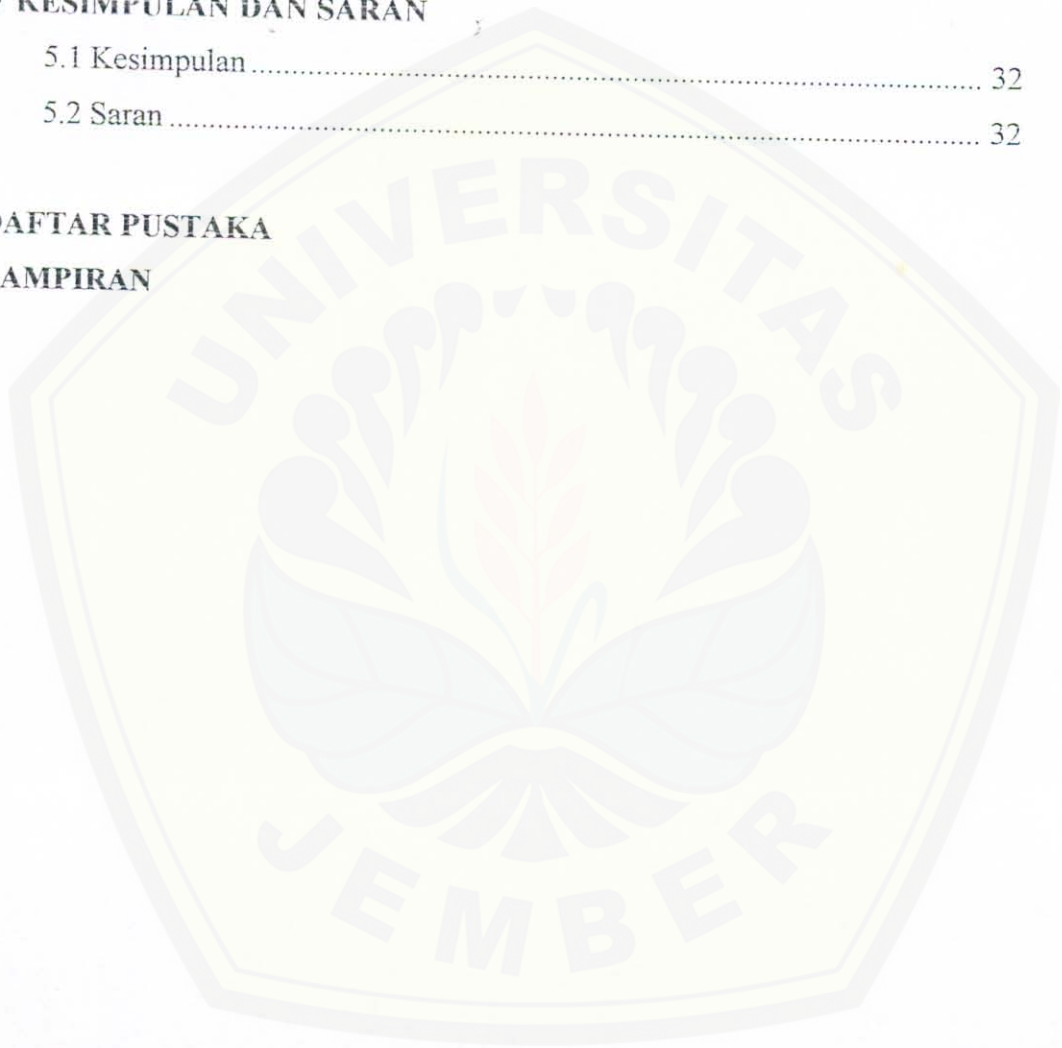
4.7 Derajat Rehidrasi	29
4.8 Ketebalan	30
4.9 Perlakuan Terbaik	31

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32

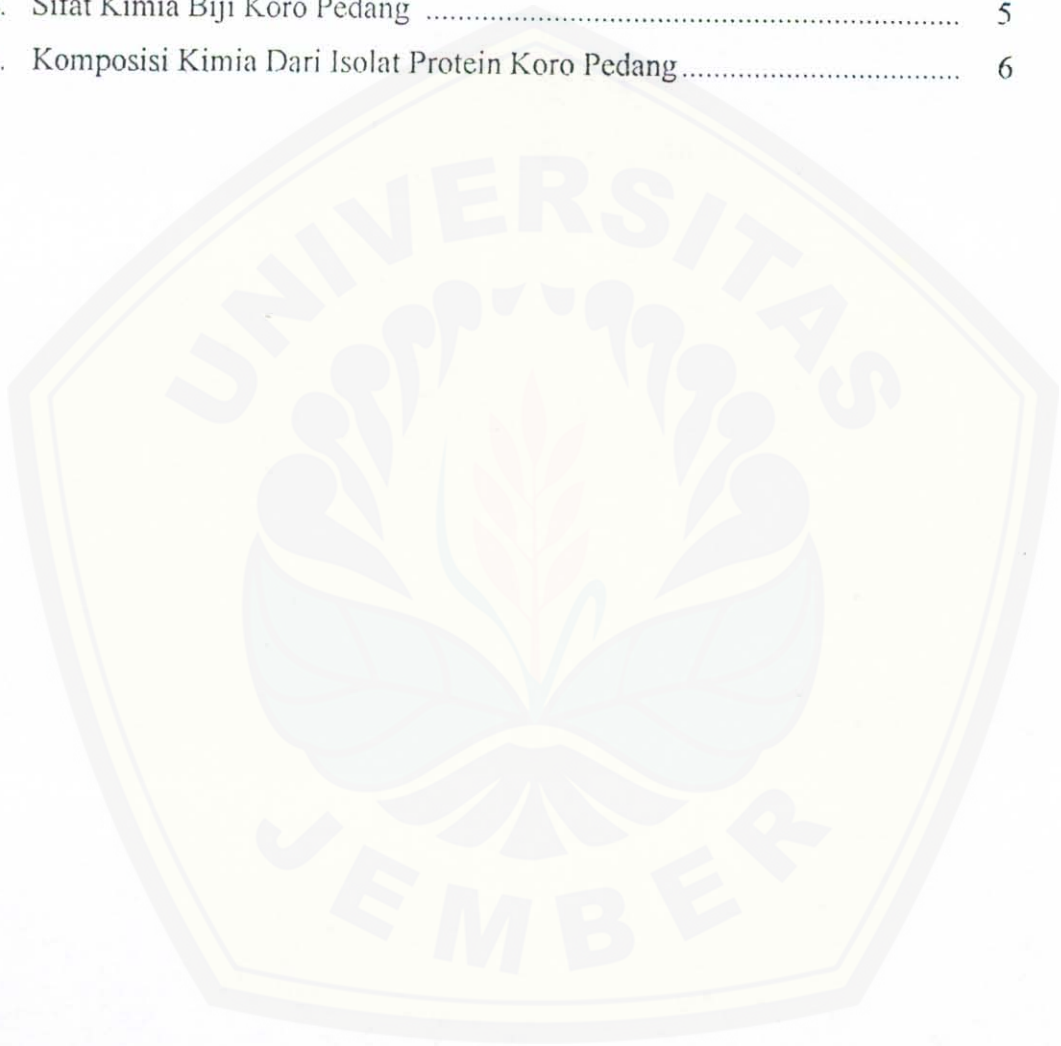
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat Fisik Biji Koro Pedang	5
2. Sifat Kimia Biji Koro Pedang	5
3. Komposisi Kimia Dari Isolat Protein Koro Pedang.....	6



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Gliserol	9
2. Diagram Alir Ekstraksi Isolat Protein Koro Pedang	19
3. Diagram Alir Pembuatan <i>Edible Film</i>	20
4. Histogram <i>Tensile Streng Edible Film</i> Isolat Protein Koro Pedang pada Variasi Penambahan Gliserol	21
5. Histogram <i>elongation Edible Film</i> Isolat Protein Koro Pedang pada Variasi Penambahan Gliserol	23
6. Histogram Kandungan Protein Terlarut <i>Edible Film</i> Isolat Protein Koro Pedang pada Variasi Penambahan Gliserol	24
7. Histogram Kecepatan Transfer Uap Air <i>Edible Film</i> Isolat Protein Koro Pedang pada Variasi Penambahan Gliserol	25
8. Histogram Kecerahan Warna <i>Edible Film</i> Isolat Protein Koro Pedang pada Variasi Penambahan Gliserol	27
9. Histogram Higroskopisitas <i>Edible Film</i> Isolat Protein Koro Pedang pada Variasi Penambahan Gliserol	28
10. Histogram Derajat Rehidrasi <i>Edible Film</i> Isolat Protein Koro Pedang pada Variasi Penambahan Gliserol	30
11. Histogram Ketebalan <i>Edible Film</i> Isolat Protein Koro Pedang pada Variasi Penambahan Gliserol	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. <i>Tensile Strength</i> / Kekuatan tarik	36
2. <i>Elongation</i> / perpanjangan.....	37
3. Kandungan Protein Terlarut.....	38
4. Kecepatan Transmisi Uap Air (WVTR)	39
5. Kecerahan Warna.....	40
6. Higroskopisitas	41
7. Derajat Rehidrasi	42
8. Ketebalan	43
9. Perlakuan Terbaik	44

Wassatur Rizqi, Nim 001710101042, Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik *Edible film* Berbasis Isolat Protein Koro Pedang (*Canavalia ensiformis* L). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Dosen pembimbing: Ir. Wiwik Siti Windrati, MP (DPU), Triana Lindrati, ST (DPA I), Ir. Unus, MS (DPA II).

RINGKASAN

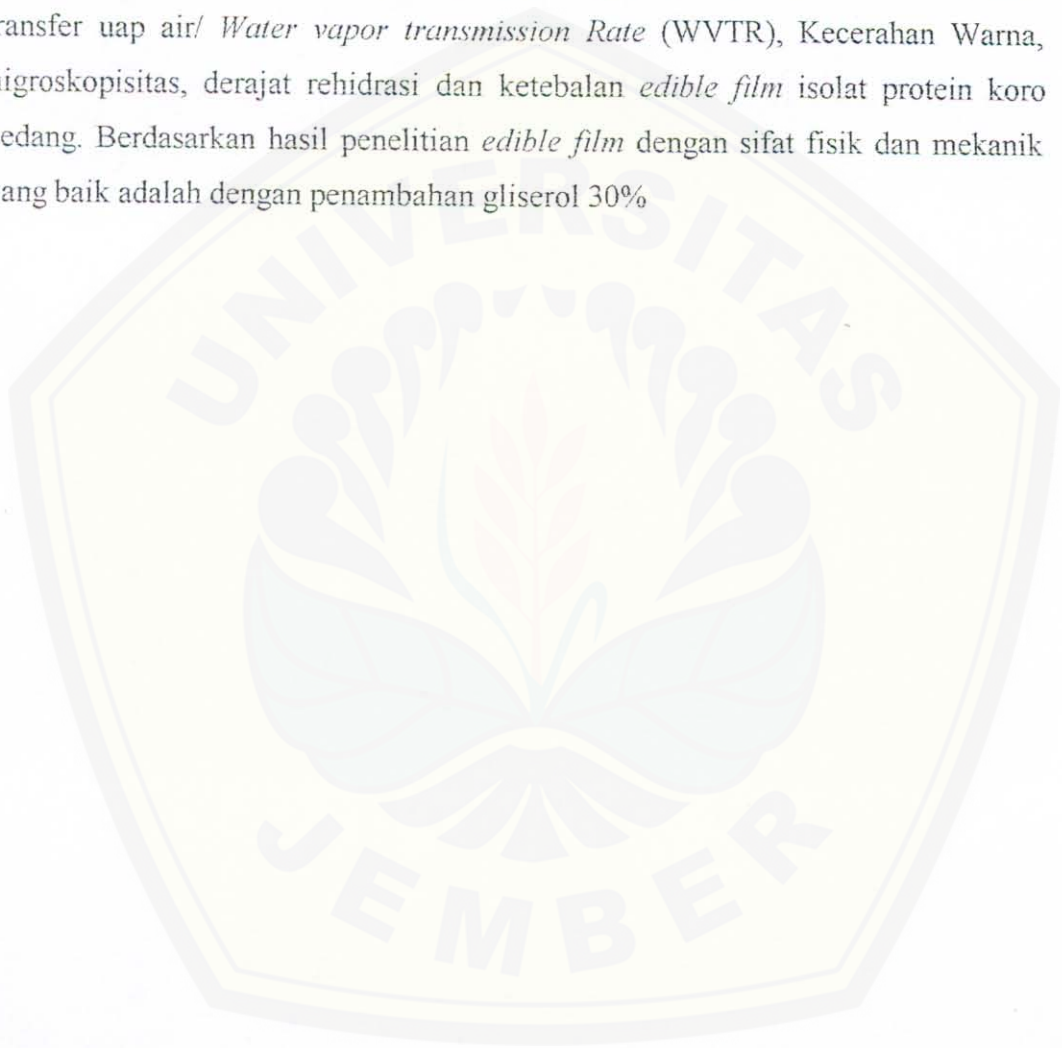
Pengemasan makanan, kadang-kadang diperlukan wadah yang transparan sehingga warna, kenampakan, dan bentuk makanan tersebut terlihat jelas. Pada umumnya pengemas transparan yang banyak digunakan adalah plastik. Tetapi plastik mempunyai beberapa kelemahan antara lain sifat tidak ramah lingkungan, zat-zat monomer dan molekul kecil lain dari plastik dapat bermigrasi ke dalam makanan yang dikemas. Salah satu alternatif pengganti pengemas plastik adalah *edible film*, selain dapat terurai oleh lingkungan *edible film* dapat langsung dikonsumsi. Lapisan film ini dapat melindungi makanan terhadap penguapan atau reaksi lainnya, mencegah perubahan kualitas pada pangan, mencegah masuknya gas, uap air maupun cairan, sehingga mengurangi susut bahan pangan dan memperpanjang umur simpan. Seperti halnya semua polimer plastik sintetik, material *edible film* dan *edible coating* memerlukan modifikasi untuk meningkatkan sifat fisik dan mekaniknya. Gliserol merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang sering digunakan dalam pembuatan *edible film*. Gliserol akan bersatu dengan material *edible film* yang akan mengurangi kemudahan patah dari film serta meningkatkan fleksibilitas dan menurunkan *barrier* propertinya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gliserol terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* dari isolat protein koro pedang yang dihasilkan, serta mendapatkan konsentrasi gliserol yang tepat sehingga dihasilkan *edible film* dari isolat protein koro pedang dengan sifat fisik dan mekanik yang baik.

Rancangan Percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak kelompok (RAK) faktor tunggal masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali ulangan. Faktor yang digunakan yaitu variasi jumlah

penambahan gliserol (20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, dan 80%). Data yang diperoleh dianalisa secara statistik dan perlakuan yang menunjukkan beda nyata dilanjutkan dengan uji beda dengan menggunakan metode DMNRT.

Penambahan giserol berpengaruh terhadap Kekuatan tarik/*Tensile Strength*, Perpanjangan/*Elongation*, Kandungan protein terlarut, Kecepatan transfer uap air/*Water vapor transmission Rate (WVTR)*, Kecerahan Warna, higroskopisitas, derajat rehidrasi dan ketebalan *edible film* isolat protein koro pedang. Berdasarkan hasil penelitian *edible film* dengan sifat fisik dan mekanik yang baik adalah dengan penambahan gliserol 30%





I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengemasan makanan, kadang-kadang diperlukan wadah yang transparan sehingga warna, kenampakan, dan bentuk makanan tersebut terlihat jelas. Pada umumnya pengemas transparan yang banyak digunakan adalah plastik. Plastik mempunyai beberapa kelebihan yaitu transparan, tidak mudah robek, fleksibel dan harganya murah. Disamping itu plastik itu juga mempunyai beberapa kelemahan antara lain sifat tidak ramah lingkungan, zat-zat monomer dan molekul kecil lain dari plastik dapat bermigrasi kedalam makanan yang dikemas. Oleh karena itu jumlah pemakaian plastik harus dikurangi. Salah satu alternatif pengganti pengemas plastik adalah *edible film*, selain dapat terurai oleh lingkungan *edible film* dapat langsung dikonsumsi. Lapisan film ini dapat melindungi makanan terhadap penguapan atau reaksi lainnya, mencegah perubahan kualitas pada pangan, mencegah masuknya gas, uap air maupun cairan, sehingga mengurangi susut bahan pangan dan memperpanjang umur simpan (Hastuti,dkk,1999 dalam Yun, 2002).

Komponen utama *edible film* pada umumnya merupakan bahan yang aman dikonsumsi seperti; lemak, protein, selulosa, pati dan polisakarida lain (Krochta dan Johnston, 1997).

Indonesia kaya akan tanaman polong-polongan. Tanaman koro pedang di pulau jawa tumbuh liar atau dibudidayakan secara sambilan sebagai tanaman pangan, mulai dari dataran rendah hingga darah dengan ketinggian 1000 m dari permukaan laut Tanaman ini belum banyak dimanfaatkan oleh manusia, padahal ditinjau dari kandungan gizinya terutama protein cukup tinggi (Subagio dkk.2002). Tanaman koro-koroan merupakan sumber protein nabati potensial. Pada umumnya kacang koro mengandung protein antara 18-25% (Vander dan Somaatmadja, 1993).

Peningkatan penggunaan protein kacang-kacangan di dalam industri pangan telah mendorong penelitian terhadap sifat-sifat fungsionalnya di dalam

makanan. Walaupun produksi kedelai masih dominan, usaha untuk mengembangkan daya guna kacang-kacangan yang lain termasuk sifat fungsionalnya telah dilakukan. Sekarang ini *edible film* dan *edible coating* yang berasal dari kacang-kacangan yang kaya akan protein telah banyak dipelajari. Sebagai contohnya adalah protein kacang tanah telah dipelajari untuk bahan-bahan *edible film*.

Seperti halnya semua polimer plastik sintetik, material *edible film* dan *edible coating* memerlukan modifikasi untuk meningkatkan sifat fisik dan mekaniknya. Gliserol merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang sering digunakan dalam pembuatan *edible film*. Gliserol akan bersatu dengan material *edible film* yang akan mengurangi kemudahan patah dari film serta meningkatkan fleksibilitas dan menurunkan *barier* propertinya.

1.2 Permasalahan

Edible film berbasis protein kacang-kacangan telah banyak dikembangkan. Koro pedang merupakan salah satu jenis kacang-kacangan yang kaya akan protein. Akan tetapi penggunaannya sebagai *edible film* belum dipelajari.

Plasticizer seperti gliserol, sorbitol, dan polyethylene glykol sering digunakan untuk memodifikasi sifat fisik dan mekanik film. Pada pembuatan film dengan bahan dasar protein, gliserol sering digunakan. Bagaimana pengaruh penambahan gliserol terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* belum dipelajari.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi gliserol terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* dari isolat protein koro pedang yang dihasilkan.
2. Mendapatkan konsentrasi gliserol yang tepat sehingga dihasilkan *edible film* dari isolat protein koro pedang dengan sifat fisik dan mekanik yang baik.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat:

1. Memberikan informasi tentang teknologi pembuatan *edible film* dari isolat protein koro pedang.
2. Meningkatkan daya guna isolat protein koro pedang.



II. TINJAUAN PUSTAKA



2.1 Tanaman Koro Pedang

Untuk memenuhi kebutuhan manusia akan protein nabati, tanaman kacang-kacangan (*leguminosae*) memberikan sumbangan yang sangat besar. Banyak produk bahan baku maupun bahan pangan yang dihasilkan oleh industri pengolahan hasil pertanian berasal dari tanaman kacang-kacangan seperti kedelai, kacang tanah, dan kacang-kacangan lainnya. Salah satu diantara tanaman potensial dari kacang-kacangan lain adalah koro pedang (*Canavalia ensiformis*), disebut juga *swordbean* (Duke, 1981).

Tanaman koro pedang berasal dari Amerika selatan, dikenal dengan beberapa nama daerah antara lain : kacang parang, kekara parang (Malaysia), koro bedog, kacang mekah, kembang koweh (Sunda), koro ortel, koro wedung (Madura), koro bendo, koro pedang, koro kaji, koro loke.

Tanaman koro pedang dapat tumbuh baik sampai pada ketinggian 2000 m diatas permukaan laut. Di Jawa pada kawasan pegunungan tropis dengan lahan tadah hujan pada suhu 14-32⁰C dan di daerah tropik dataran rendah pada suhu 21-32⁰C. Tanaman ini tumbuh merambat, dapat mencapai 10 m panjangnya. Daunnya bertangkai dan mempunyai tiga helai anak daun, bunganya berbentuk kupu-kupu. Bijinya berwarna putih terdapat dalam buah yang berbentuk polong. Panjang polong 15-30 cm, tiap polong berisi 8-20 biji (Heyne, 1987).

Dibanding kedelai, koro pedang ini tergolong lebih asli (*endogenous*). Ketersediaan di masyarakat petani cukup tinggi, tergantung wilayahnya. Diperkirakan apabila dibudidayakan secara baik koro pedang akan menggantikan ketergantungan kedelai impor (Anonim, 2002). Prospek masa depan tanaman koro pedang untuk komoditi ekspor sangat terbuka, antara lain untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri farmasi dan nutrisi di negara-negara maju seperti Jepang dan Amerika serikat (Munip, 2001).

Koro pedang mempunyai ciri-ciri panjang biji 1,84 cm, lebar biji 1,27 cm dan warna putih bersih. Sifat fisik koro pedang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Sifat Fisik Biji Koro Pedang

Sifat fisik	Rerata ± standar deviasi
Panjang biji (cm)	1,84 ± 0,10
Lebar biji (cm)	1,27 ± 0,08
Tebal biji (cm)	0,83 ± 0,07
Berat 100 biji (g)	126,47 ± 3,47
BDD (%)	83,00

Sumber : Subagio dkk, 2002

Berdasarkan hasil penelitian Subagio dkk (2002), kandungan protein koro pedang sangat tinggi. Kandungan protein yang tinggi, menjadikan protein koro pedang mempunyai potensi sebagai pengganti protein hewani. Saat ini, telah diketahui bahwa protein koro pedang dapat dipertimbangkan sebagai sumber protein untuk bahan pangan, sebab keseimbangan asam aminonya sangat baik, dan bio-availabilitasnya sangat tinggi. Kandungan kimia koro pedang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Sifat Kimia Biji Protein Koro Pedang

Sifat kimia	Rerata ± standar deviasi (%)
Air	8,4 ± 0,1
Protein	21,7 ± 2,1
Lemak	4,0 ± 0,3
Karbohidrat	70,2 ± 4,2
Abu	2,9 ± 0,1

Sumber : Subagio dkk, 2002

2.2 Isolat Protein Koro Pedang

Pemisahan protein secara sederhana telah lama dikembangkan terutama pada kedelai di China dan Jepang dalam usaha meningkatkan nilai cerna proteinnya. Apabila protein yang telah diekstrak diendapkan dengan garam Kalsium maka akan diperoleh tahu yang berbentuk gumpalan protein. Dengan cara tersebut protein yang diperoleh dibawah 60 persen. Teknik pemisahan protein dengan cara lebih maju ternyata dapat meningkatkan kandungan proteinnya, sehingga dikenal dengan produk berupa konsentrat atau isolat protein. Isolat

sebagai penghalang terhadap perpindahan uap air, aroma oksigen, dan gas lain dari dan keluar bahan sekaligus melindunginya dari serangan mikroba pembusuk (Krocta dan Jonston, 1997). Menurut McHught dan Krochta (1994), *edible film* merupakan lapisan tipis yang melapisi bahan pangan dan aman konsumsi. Sedangkan menurut Seal (1994), *edible film* adalah suatu material polimer yang berubah ke dalam senyawa berat molekul rendah dimana paling sedikit satu tahap pada proses degradasinya melalui metabolisme organisme secara alami. Bahan utama pembentuk *edible film* adalah biopolimer seperti protein, pektin, gum, lemak dan campurannya. Beberapa bahan berprotein yang telah banyak digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah *whey* protein, protein jagung dan gandum, konsentrat protein beras dan isolat protein kedelai.

Edible film dan *coating* dapat mencegah perubahan mutu pangan karena melindungi kandungan gizi, warna dan memelihara agar kehilangan berat tidak tinggi, mencegah masuknya zat-zat beracun, membawa komponen aktif, dan meningkatkan integritas mekanik dari makanan sehingga memperpanjang umur simpan. Hal ini karena *edible film* dapat menghambat reaksi oksidasi karena mempunyai sifat *barrier* terhadap uap air, oksigen, minyak, terhadap perpindahan aroma antara komponen pangan yang berdekatan atau pangan dengan lingkungan (Wu *et al*, 2001).

Plastik dan serat telah diproduksi dari protein yang diperoleh dari sejumlah sumber termasuk susu, tepung jagung, kacang tanah, dan kacang kedelai. Asam amino utama dari protein-protein ini adalah asam glutamat, terutama dalam tepung jagung. Arginin juga terdapat dalam jumlah yang signifikan dalam kacang tanah, dan isoleusin dalam protein yang lainnya (Stevens, 2001).

Asam glutamat merupakan salah satu asam amino yang membantu polimerisasi pada *edible film*. Terdapat gugus terminal dari asam glutamat yang memungkinkan terbentuknya ikatan hidrogen rantai polipeptida. Ikatan hidrogen memberikan kontribusi cukup besar terhadap stabilisasi struktur sekunder. Permeabilitas uap air film dari protein dapat dikurangi dengan pengaturan pH, pembentukan ikatan silang atau dengan penambahan *plasticizer* (Gennadios dan Weller, 1990)

protein merupakan produk hasil isolasi protein kacang-kacangan dengan batasan harus mengandung protein sebanyak 90 persen (Utomo dan Antarlina, 1998).

Krochta (1994) melaporkan bahwa *whey* isolat protein mengandung lebih dari 80 % protein. Pertukaran ion dijadikan dasar pada pembuatan isolat protein yang mempunyai kemurnian tinggi.

Proses pembuatan isolat protein diawali dengan ekstraksi atau pelarutan protein. Kondisi pH pelarutan mempunyai peranan penting yang menentukan banyaknya protein bahan yang dapat dilarutkan. Proses selanjutnya setelah pelarutan atau ekstraksi adalah pengendapan. Pengendapan pada umumnya dilakukan dengan menggunakan HCl, asam asetat, ataupun CaCl. Prinsip penggunaan asam adalah untuk menurunkan pH larutan protein, pH pengendapan pada umumnya diatur sampai dengan 4,5 (Winarno, 1985). Berdasarkan pengalaman ternyata jenis pengendap yang digunakan untuk menurunkan pH tidak mempengaruhi jumlah protein yang mengendap. Setelah itu dilakukan pengurangan kandungan air yang didahului dengan pengeringan atau dengan sentrifugasi yang selanjutnya dilakukan pengeringan dengan pengering *vacuum* ataupun *spray drier* (Utomo dan Antarlina, 1998).

Isolat dan konsentrat protein koro pedang mempunyai nilai nutrisi yang baik. Isolat protein koro pedang telah terbukti dapat meningkatkan volume dari cake (Subagio dkk, 2003). Untuk meningkatkan kegunaan isolat protein dari koro pedang salah satu usaha yang dilakukan adalah membuatnya menjadi *edible film*. Komposisi kimia dari isolat protein koro pedang dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Komposisi kimia dari isolat protein koro pedang

Komponen Kimia	Rerata (%)
Protein (N x 6,25)	54,30
Lemak	12,36
Karbohidrat	21,48
Kadar air	9,20

Sumber : Subagio dkk, 2003

2.3 Edible Film

Edible film adalah pengemas yang pembuatannya dari bahan-bahan biologis yang dapat didaur ulang dan layak untuk dimakan. *Edible film* berfungsi

Kelarutan dalam air adalah sifat yang penting dari *edible film*. Aplikasi potensial ketidaklarutan dalam air mungkin dibutuhkan untuk mempertahankan integritas produk dan resistensi terhadap air. Namun, dalam beberapa kasus kelarutan dalam air mungkin merupakan suatu kelebihan, terutama pada waktu produk dikonsumsi (Perez-Gago dan Krochta, 2001).

Selama bahan dilapisi dengan *edible film* akan terjadi transfer massa melalui film tersebut dengan 3 tahap difusi. Pertama pergerakan dari pelarut ke permukaan film dan terserap dalam matriks film. Kedua difusi melalui film dengan melewati lubang-lubang yang terbentuk oleh pergerakan rantai-rantai polimer. Ketiga evaporasi permukaan film dan dispersi ke dalam udara (Layuk dkk, 2001).

2.4 Bahan Pembantu Dalam Pembuatan *Edible Film* Dari Isolat Protein Koro Pedang

Pada pembuatan *edible film* dari isolat protein koro pedang diperlukan bahan-bahan pembantu seperti air dan gliserol. Setiap bahan pembantu mempunyai sifat fisik dan karakter tersendiri sehingga mempengaruhi sifat *edible film* yang dihasilkan.

2.4.1 Air

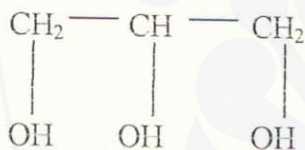
Air merupakan bahan yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan fungsinya tidak pernah dapat digantikan oleh senyawa lain. Air juga merupakan komponen yang penting dalam bahan makanan karena dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur, serta citarasa makanan.

Dalam pengolahan pangan air berperan sebagai pelarut dari beberapa komponen, sebagai bahan pereaksi, sebagai media reaksi yang menstabilkan pembentukan biopolimer dan sebagai bahan yang dapat mendispersikan berbagai senyawa yang ada dalam bahan makanan. Air ini merupakan pelarut yang baik bagi larutan ionik dan polar, dan pelarut yang tidak baik bagi larutan non polar. Larutan dalam air dapat digolongkan menjadi 2 jenis yaitu ionik dan molekular (Purnomo, 1995). Molekul air berpengaruh terhadap sifat fisik film, misalnya sebagai *plasticizer* universal dan pembengkakan (Chang dkk, 2000).

2.4.2 Gliserol

Sifat fungsional, organoleptik, nutrisi, dan sifat mekanik dari *edible film* dapat diubah dengan penambahan bahan kimia dalam jumlah sedikit. *Plasticizer*, seperti gliserol, polietilene glikol dapat memodifikasi sifat mekanik dari film. Penambahan bahan ini dapat menyebabkan perubahan yang signifikan dari film. Penambahan dari *plasticizer* selalu meningkatkan laju transmisi uap air film sampai pada titik kritis.

Gliserol adalah alkohol yang mengandung tiga gugus hidroksil. Gliserol berbentuk cairan kental seperti sirup, tidak berwarna dan rasanya manis. Zat ini sangat mudah larut dalam air dan tidak larut dalam pelarut non polar, karena itu gliserol bersifat higroskopis. Gliserol merupakan hasil samping dari industri sabun (Setiadji, 1998). Struktur dari gliserol dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. struktur Gliserol

Gliserol berperan sebagai *plasticizer agent*. Gliserol merupakan *plasticizer* yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada intermolekuler (Le Tien *et al*, 2001). *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 menurunkan kekuatan intermolekular, meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas film, dan menurunkan sifat *barrier* film, menanggulangi kerapuhan yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler, meningkatkan permeabilitas *edible film* terhadap gas, uap air, dan pelarut (Choi dan Han, 2001).

Plasticizer biasanya merupakan molekul monomerik, ketika bereaksi dengan senyawa polimer yang mempunyai ikatan polar atau ikatan hidrogen, maka posisi *plasticizer* tersebut berada diantara ikatan intermolekuler, sehingga menambah jarak diantara rantai berdekatan. Dengan demikian dapat mengurangi kekuatan mekanik dan meningkatkan fleksibilitas dari struktur yang kaku (Tadmor dan Gogos, 1979).

Plasticizer mampu mengubah karakter mekanik. Penambahan *plasticizer* akan mampu meningkatkan perpanjangan dan kekuatan tarik film. Saat mencapai titik kritis penambahan *plasticizer* akan menurunkan perpanjangan dan kekuatan tarik film. Selain kemampuannya untuk mengurangi ikatan hidrogen dan meningkatkan ruang intermolekul tidak hanya menyebabkan peningkatan fleksibilitas film, tetapi juga memberikan rongga yang memungkinkan terjadinya difusi molekul penetran (Layuk, 2001). Peningkatan kadar gliserol menghasilkan formasi matrik polimer lebih banyak sehingga menurunkan *tensile strength* dan menaikkan *elongation at break* (Choi dan Han, 2001).

Menurut Marseno dkk (1999) penambahan gliserol dapat menyebabkan turunnya *tensile strength* dan menaikkan *elongation edible film* pati ketela pohon. Sedangkan menurut Sothornvit dan Krochta (2000) penambahan gliserol dapat menurunkan *tensile strength* dari *whey* protein isolat dan menaikkan *elongation whey* protein isolat, namun pada titik kritis *elongation* dari *whey* protein isolat akan turun.

2.5 Proses Pembuatan *Edible Film*

Proses pembuatan *edible film* meliputi :1) Menyiapkan bahan yaitu isolat protein koro pedang, air dan gliserol; 2) Pencampuran yaitu proses homogenisasi isolat protein dengan pelarut menggunakan *vortex mixer* selama 5 menit; 3) Pemanasan isolat protein pada suhu 80 °C (dipertahankan selama 5 menit) agar terbentuk gelasi ; 4) Pencetakan dan tempering, yaitu proses dimana gel yang terbentuk dituangkan diatas plat kaca yang dilapisi plastik agar mendapatkan ukuran yang diinginkan dan kemudian dibiarkan di udara terbuka untuk menyesuaikan dengan suhu dan kelembaban lingkungan; 5) Plat kaca ini dimasukkan dalam oven pengering bersuhu 55°C selama 18 jam. Pengeringan bertujuan untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dengan cara menguapkan air tersebut dengan adanya energi panas. Faktor yang mempengaruhi pengeringan adalah suhu pengeringan dan luas permukaan bahan (Marseno dkk, 1999).

Kemampuan suatu bahan dasar dalam pembentukan film dapat diterangkan melalui fenomena fase transisi gelas. Pada fase tertentu diantara fase cair dan fase padat, massa dapat dicetak atau dibentuk menjadi suatu bentuk tertentu pada suhu dan kondisi lingkungan tertentu hal ini dikarenakan polimer melepaskan sifat-sifat gelas dan mengambil sifat-sifat yang lebih condong ke karet. Fase transisi gelas biasanya terjadi pada bahan berupa polimer. Sedangkan suhu dimana fase transisi gelas terjadi disebut titik fase gelas. Pada suhu tersebut bahan padat dapat dicetak menjadi suatu bentuk yang dikehendaki misalnya bentuk lembaran tipis (*film*) kemasan (Latief, 2001).

2.6 Perubahan Perubahan Selama Pembuatan *Edible Film*

2.6.1 Polimerisasi

Pada waktu pemanasan terjadi polimerisasi. Polimerisasi yaitu reaksi pembentukan polimer (Hadi, 2004). Pembentukan polimer berdasarkan kemampuan dari monomer untuk saling berikatan melalui ikatan kovalen dan akan menghasilkan rantai molekul berstruktur primer, sekunder, tersier.

Rangkaian asam-asam amino dalam protein dinyatakan sebagai struktur primer. Untuk menetapkan struktur primer suatu polipeptida atau protein maka tipe-tipe asam amino harus ditetapkan. Hal ini bisa diselesaikan dengan hidrolisis sempurna, yang diikuti dengan pemisahan dan identifikasi dari produk hidrolisat (Stevens, 2001).

Untuk memahami aksi fisiologis protein-protein atau aksi katalitik enzim-enzim, kita perlu mengetahui lebih dari sekedar rangkaian asam amino. Bentuk molekul juga harus dipahami. Seperti semua molekul yang memperlihatkan fleksibilitas konformasi, protein cenderung membentuk geometri yang stabil, umumnya geometri yang memungkinkan derajat pengikatan hidrogen terbesar. Konformasi suatu rantai polipeptida atau protein dinyatakan sebagai struktur sekunder (Stevens, 2001).

Bentuk molekul tidak diberikan secara lengkap oleh struktur sekunder. Bagian-bagian dari suatu rantai peptida mungkin memperlihatkan beberapa ketidakteraturan, bagian heliks bisa dilipat dalam suatu cara yang memungkinkan

terbentuknya ikatan hidrogen antara posisi-posisi yang dipisahkan oleh sedikit jarak sepanjang rantai tersebut, bagian-bagian rantai bisa terikat secara kimiawi melalui ikatan belerang gugus sistin atau oleh jembatan garam antara gugus karboksil dan amoniak. Struktur kesekuruhan berdimensi tiga dari molekul protein ini dikenal dengan struktur tersier (Stevens, 2001).

Selain struktur tersier, protein juga memiliki struktur kuartener, yaitu protein bisa digabungkan dengan molekul-molekul protein lain atau dengan gugus-gugus nonprotein (Stevens, 2001). Pada saat molekul asam amino saling berikatan, gliserol akan menyisip (*interfere*) diantara molekul asam amino dan berkompetisi dengan hidrogen dalam membentuk ikatan antara asam amino-asam amino dan asam amino-gliserol sehingga akan mengurangi gaya tarik intermolekular. Menurut Turhan dkk (2001), *plasticizer* akan bergabung dengan sisi polar dari rantai polimer. Dan pada saat terbentuknya polimer terjadi perubahan sifat fisik, kimia dan elektrik (Tadmor dan Gogos, 1979).

2.6.2 Denaturasi

Denaturasi merupakan perubahan susunan ruang atau rantai polipeptida dari suatu molekul protein. Denaturasi terjadi ketika struktur tersier dari protein dihancurkan sehingga kehilangan aktivitas fisiologisnya (Stevens, 2001). Protein yang terdenaturasi akan berkurang kelarutannya. Lapisan molekul bagian dalam yang bersifat hidrofobik berbalik keluar, sedangkan bagian luar yang bersifat hidrofil terlipat kedalam (Winarno, 1997).

Proses denaturasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pemanasan, asam, enzim, perlakuan mekanik, dan garam. Pemasakan dengan suhu tinggi akan menyebabkan protein terkoagulasi, semakin tinggi suhu, protein akan terdenaturasi (Desrosier, 1988).

2.6.3 Gelasi

Gelasi adalah fenomena agregasi protein dimana interaksi-interaksi antara polimer-polimer dan polimer-pelarut serta gaya tarik dan gaya tolaknya seimbang sehingga suatu jalinan tersier yang tersusun seperti matrik terbentuk. Matrik ini mampu mengikat air (Fardiaz dkk, 1992).

Pembentukan struktur gel protein dapat terjadi di bawah kondisi yang dapat merusak struktur protein alami dengan asumsi bahwa konsentrasi protein dan kondisi termodinamik optimum untuk membentuk matrik tersier. Teknik pengolahan yang berpengaruh terhadap gelasi protein adalah adanya kation bervalensi dua dan perlakuan panas (Fardiaz dkk, 1992).

Gelasi terjadi pada proses pemanasan. Jika monomer yang mengandung fungsionalitas lebih besar daripada dua digunakan dalam polimerisasi tahap, maka akan terjadi pencabangan rantai, dimana dipakai alkohol polifungsional seperti gliserol. Jika reaksi tersebut dibawa ke tingkat konvensi lebih tinggi, akan terjadi gelasi. Permulaan reaksi gelasi diikuti oleh kenaikan viskositas yang drastis sehingga terjadi perubahan yang drastis dari bentuk cairan ke bentuk gel. Gelembung-gelembung tidak lagi naik dalam campuran tersebut. Jika polimerisasi dikerjakan dalam larutan, gel tersebut terbengkakan oleh pelarut (Stevens, 2001).

2.6.4 Agregasi

Bila pasta tersebut kemudian didinginkan, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul-molekul polipeptida untuk bersatu kembali. Molekul-molekul polipeptida berikatan kembali satu sama lain melalui ikatan hidrogen intermolekuler dengan demikian mereka menggabungkan butir-butir polipeptida yang membengkak menjadi semacam jaring-jaring membentuk mikrokristal dan mengendap. Proses kristalisasi kembali molekul polipeptida yang mengalami gelasi disebut agregasi. Laju agregasi dipengaruhi oleh suhu, ukuran, bentuk dan kepekatan molekul polipeptida dan oleh keberadaan bahan lain. Apabila gelasi tinggi, tingkat agregasi juga tinggi sehingga gel yang terbentuk semakin kuat (Fardiaz dkk, 1992). Agregasi terjadi selama pengeringan.

2.7 Hipotesa

1. Konsentrasi gliserol berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* dari isolat protein koro pedang.
2. Pada konsentrasi gliserol yang tepat dihasilkan *edible film* dari isolat protein koro pedang dengan sifat-sifat baik.

III. METODOLOGI PENELITIAN



3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah koro pedang, gliserol, NaCl (garam dapur), NaOH, HCl dan aquadest.

3.1.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *universal testing machine*, oven, desikator, kaca, toples, cawan, beaker glass, spatula, timbangan analitik, colour reader, spektrofotometer, pH meter, ayakan Tyler 200 mesh, mikrometer.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember dan laboratorium Biologi molekuler Universitas Jember. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2004 sampai selesai.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam 3 tahap yaitu ekstraksi isolat protein koro pedang, penelitian pendahuluan dan pembuatan *edible film* isolat protein koro pedang.

a. Ekstraksi isolat protein koro pedang

Biji koro pedang direndam dalam aquadest selama 12 jam. Proses perendaman ini bertujuan untuk melunakkan biji dan mempermudah pengupasan. Biji kemudian diblender dan hasilnya ditambah NaOH 0,1M sampai pH 9, lalu diaduk selama 1 jam. Penambahan NaOH 0,1M bertujuan untuk melarutkan protein karena pada pH 9 protein dapat larut dalam larutan alkali. Setelah itu dilakukan penyaringan dengan kain saring, padatan yang terdapat pada kain saring

dibuang karena merupakan sisa yang berupa karbohidrat, serat dan bahan non protein lainnya. Setelah itu dilakukan pengendapan selama 1 jam dan padatan yang mengendap dibuang, karena merupakan sisa berupa pati.

Proses selanjutnya yaitu larutan pHnya diturunkan dengan menggunakan HCl 0,1M hingga mencapai pH 4. pH ini adalah titik isoelektrik protein koro pedang, sehingga protein bisa mengendap. Setelah itu larutan diendapkan selama 48 jam dalam kulkas sehingga benar-benar mengendap dan mudah dipisahkan. Setelah itu isolat dikeringkan dengan menggunakan oven suhu 50°C selama 24 jam. Setelah kering isolat digiling dan diayak dengan ayakan tyler 200 mesh.

b. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan jumlah isolat protein yang harus ditambahkan dan juga lama pemasakan dalam proses pembuatan *edible film*.

c. Pembuatan film

Isolat protein sebanyak 10 gr dilarutkan dalam aquadest 100 ml. Setelah itu ditambahkan gliserol dengan konsentrasi tertentu sesuai dengan perlakuan dan diaduk selama 30 menit. Larutan yang ada dipanaskan pada suhu 90° C selama 40 menit. Setelah itu *edible film* sebanyak 8 ml dicetak diatas kaca 10 x 10 cm yang telah dilapisi oleh plastik transparan dan dikering anginkan. Kemudian film dioven pada suhu 50°C selama 20 jam.

3.3.2 Rancangan Percobaan

Rancangan Percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak kelompok (RAK) faktor tunggal dengan menggunakan tiga kali ulangan. Faktor yang digunakan yaitu variasi jumlah penambahan gliserol (A) dengan tujuh taraf yaitu :

$$A_1 = 20\%$$

$$A_2 = 30\%$$

$$A_3 = 40\%$$

$$A_4 = 50\%$$

$$A_5 = 60\%$$

$$A_6 = 70\%$$

$$A_7 = 80\%$$

Menurut Gasperz (1994) model linier untuk RAK adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + R_j + A_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

μ : nilai rata-rata sebenarnya

R_j : efek sebenarnya dari ulangan

A_i : penyimpangan hasil dari nilai μ yang disebabkan pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} : efek sebenarnya dari unit eksperimen dalam kombinasi perlakuan (ij).

a. komponen-komponen μ , A_i , ϵ_{ij} bersifat konstan.

b. $R_j = 0$

Data hasil analisa statistik yang menunjukkan beda nyata dilanjutkan dengan uji beda menggunakan metode DNMRT.

3.4 Pengamatan

Parameter yang diamati :

- a. Kekuatan tarik/*Tensile Strength* (metode standart ASTM(1981a), Chang, et al, 2000).
- b. Perpanjangan/*Elongation* (metode standart ASTM(1981a), Chang, et al, 2000).
- c. Kandungan protein terlarut (Choi, 2001).
- d. Kecepatan transfer uap air/ Water vapor transmission Rate (metode Gravimetri Dessicant, ASTM, 1995).
- e. Warna (metode Colour Reader CR-10).
- f. Higroskopisitas (Hariyadi, 1990).
- g. Derajat Rehidrasi (Hariyadi, 1990).
- h. Ketebalan (dengan menggunakan mikrometer)

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Kekuatan tarik/*Tensile Strength* (metode standart ASTM (1981a), Chang, et al, 2000).

Potongan film dengan ukuran lebar 1 cm dan panjang 2 cm disimpan dahulu didalam desikator berisi silika gel selama satu hari. Kemudian film diukur

dengan menggunakan *Universal testing Machine*. Kekuatan tarik (MPa) ditentukan dari perbandingan kekuatan pada beban maksimum (N) dengan luas area spesimen film (mm^2).

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

3.5.2 Perpanjangan/*Elongation* (metode standart ASTM (1981a), Chang, et al, 2000).

Potongan film dengan ukuran lebar 1 cm dan panjang 2 cm disimpan dahulu didalam desikator berisi silika gel selama satu hari. Kemudian film diukur dengan menggunakan *Universal Testing Machine*. Nilai perpanjangan diperoleh dari pengukuran yang terlihat pada *Universal Testing Machine* dengan satuan milimeter.

3.5.3 Kandungan protein terlarut (Choi, 2001 yang telah dimodifikasi).

Potongan film berukuran 1,5 x 1,5 cm dikeringkan selama 3 hari dalam desikator yang berisi silika gel. Potongan film tersebut ditimbang dan dilarutkan dalam tabung reaksi dengan 5 ml air terdestilasi. Tabung ditutup dengan alumunium foil dan diinkubasi pada temperatur kamar selama 24 jam dan kadang-kadang diaduk. Seletah itu 100 μl larutan ditambahkan dengan 1 ml brad ford, lalu forttek. Persen protein terlarut diukur dengan spektrophotometer pada 595 nm. Sebagai standart digunakan isolat protein BSA (Bovine serum albumin). Kandungan protein terlarut dapat dihitung dengan :

$$\% SP = \frac{\text{berat protein dalam larutan}}{\text{berat awal film} \times 0,543 \times \text{rasio isolat protein: total padatan film}} \times 100\%$$

3.5.4 Kecepatan transfer uap air/ Water vapor transmission Rate (metode Gravimetri Dessicant, ASTM, 1995).

Cawan berisi silika gel dengan berat 10 gr 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. Kecepatan perubahan berat film dibagi luas area film merupakan nilai WVTRnya.

3.5.5 Kecerahan Warna (Colour Reader CR-10)

Penentuan warna adalah dititikkan pada derajat kecerahan warna yaitu menggunakan sistem L* (CIE Lab Color Scale) dengan 5 kali ulangan tiap sampel. Nilai L menunjukkan derajat kecerahan film.

3.5.6 Higroskopisitas (Hariyadi, 1990)

Higroskopisitas dapat dilakukan dengan cara menimbang film sebagai berat awal (a gram) kemudian film disimpan dalam inkubator dengan suhu 25°C dan setiap jam beratnya ditimbang hingga beratnya stabil. berat akhir (b gram). Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Higroskopisitas} = \frac{(b - a)}{a} \times 100\%$$

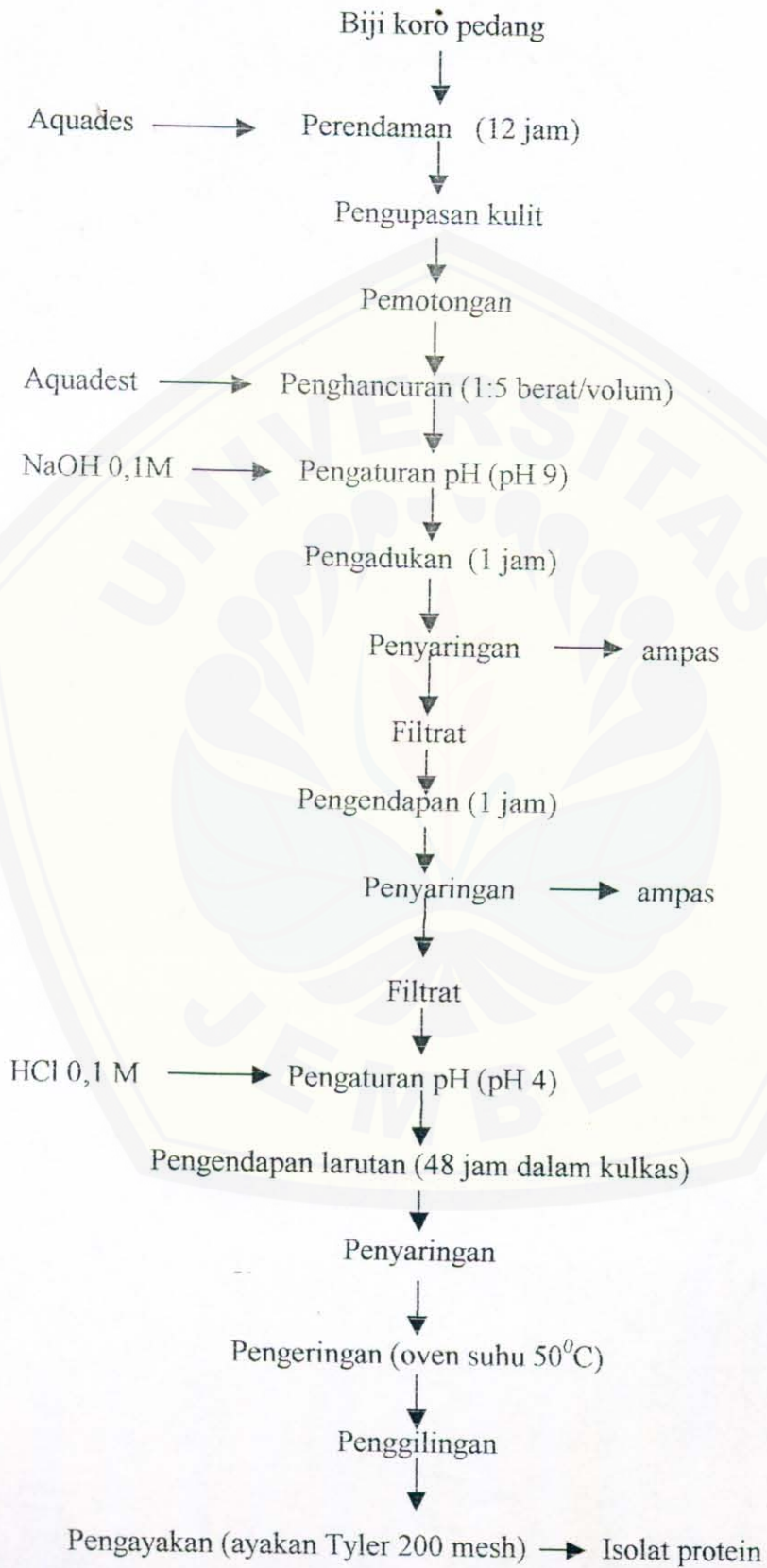
3.5.7 Derajat Rehidrasi (Hariyadi, 1990)

Derajat rehidrasi dapat dilakukan dengan cara menimbang film sebagai berat awal (a gram) kemudian film direndam dalam aquadest dan disimpan dalam inkubator 25°C dan setelah 15 menit beratnya ditimbang dan dihitung sebagai berat akhir (b gram). Dapat dirumuskan sebagai berikut :

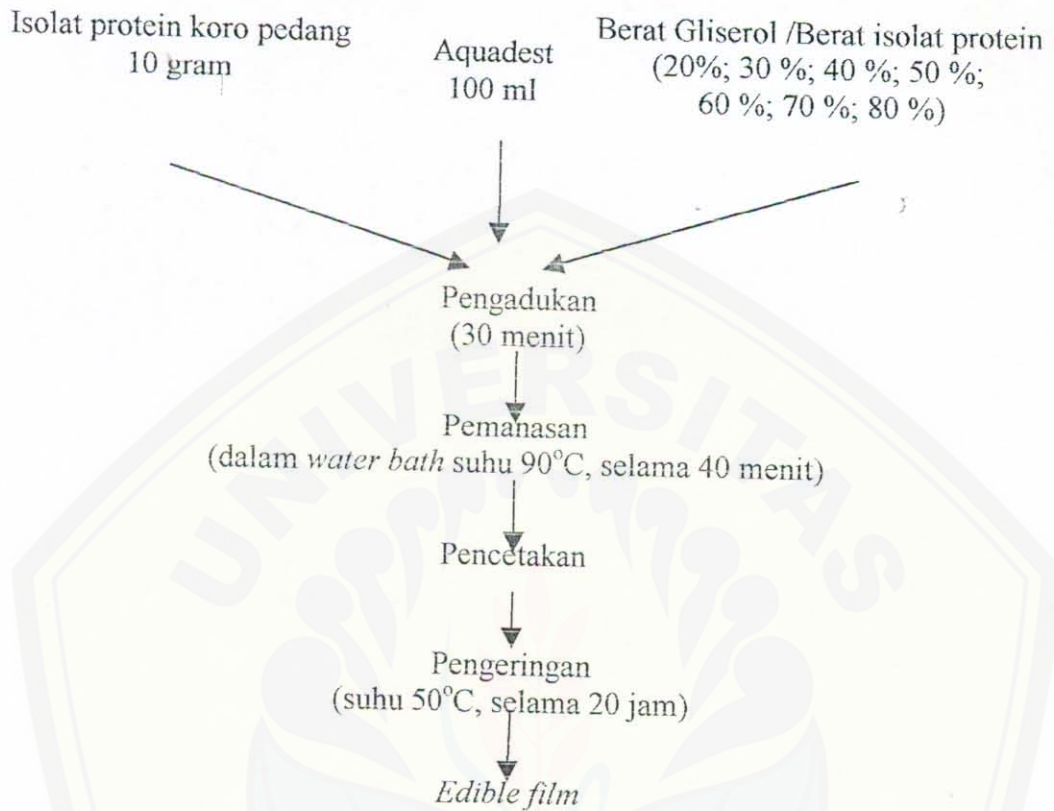
$$\text{Derajat Rehidrasi} = \frac{(b - a)}{a} \times 100\%$$

3.5.8 Ketebalan

Ketebalan film dapat diukur dengan menggunakan mikrometer. Film diukur ketebalannya dengan mikrometer dalam 5 titik yang berbeda.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan isolat protein koro pedang



Gambar 3 . Diagram alir pembuatan *edible film*

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang pembuatan *edible film* dari isolat protein koro pedang dengan variasi penambahan gliserol dapat disimpulkan :

1. Penambahan gliserol berpengaruh terhadap Kekuatan tarik/*Tensile Strength*, Perpanjangan/*Elongation*, Kandungan protein terlarut, Kecepatan transfer uap air/ *Water vapor transmission Rate* (WVTR), Kecerahan Warna, higroskopisitas, derajat rehidrasi dan ketebalan *edible film* isolat protein koro pedang.
2. Perlakuan terbaik berdasarkan nilai *elongation* dan *tensile strength* diperoleh pada perlakuan dengan penambahan gliserol 30% dengan nilai Kekuatan tarik/*Tensile Strength* $6,9 \times 10^{-3}$ Mpa, Perpanjangan/*Elongation* 2,217 mm, Kandungan protein terlarut 14,79%, Kecepatan transfer uap air/ *Water vapor transmission Rate* (WVTR) $1,87 \text{ g/mm}^2/\text{hr}$, Kecerahan Warna 71,85, higroskopisitas 0,44%, derajat rehidrasi 8,53% dan ketebalan $11,0 \times 10^{-3}$.

5.2 Saran

film yang dihasilkan dalam penelitian ini masih bersifat basah dan mudah putus oleh karena itu perlu penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki sifat-sifat fisik dari *edible film* dari isolat protein koro pedang, yaitu dengan penambahan bahan-bahan yang lain seperti pati, lemak, serat.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. **Koro Legume Lokal Bergizi Tinggi**. Semarang : Suara Merdeka.
- ASTM. 1981 a. **Standart Test Methods for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting**. Annual Book of ASTM Standart. Philadelphia : American Society for resting and material. p.313-321.
- . 1995. **Standart Test Methods for Water Vapor Transmision**. Annual Book of ASTM Standart. Philadelphia : American Society for resting and material. P : 697-704.
- Chang, Y.P., P.B. Cheah, dan C.C Seow. 2000. "Plasticizing-Antiplasticizing Effect of Water on Physical Properties of Tapioka Starch Film in the Glassy State". **Journal of Food Science**. Vol.65. No.3. Chicago: A publication of the Institute of Food Technologists. p. 445-451.
- Choi, K and R. Han. 2001. Denaturation Time and Temperature Effect on Solubility, Tensile Properties and Oxigen Permeability of Whey Protein Edible Film. **Journal of Food Science**. Vol. 66 No. 2 Chicago : A publication of the Institute of Food Technologists.
- Desrosier, N.W. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Terjemahan Muchji Muljoharjo dari The Technology of Food Preservation. Third editon. Jakarta: UI press.
- Duke, J.A. 1981. **Hand Book of Legumes of Word Economic Importance**. United States Departement of Agricultural. P. 41
- Fardiaz D., N. Andarwulan, H.W. Hariantono dan N.L. Puspitasari. 1992. **Petunjuk Laboratorium : Teknik Analisis Sifat Kimia dan Fungsional Komponen Pangan**. Bogor : PAU Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Gasperz, V. 1994. **Metode Perancangan Percobaan**. Bandung: Armico
- Gennadios, A., and C.L. Weller. 1990. Edible Film and Coating from Soymilk and Soy protein. In **Cereal Foods World**.p.36.
- Hadi, S.N. 2004. **Ancaman Polimer Sintetik Bagi Kesehatan Manusia** (Bagian 2). <http://www.chem-is-try.org/?sect=artikel&ext.68.10.10/04/04>.
- Hastuti, S.m Z. Noor dan U. Santoso. 1999. "Kajian Sifat-sifat Fisik dan Mekanis Edible Film dari Tepung Kecipir Rendah Lemak ". Dalam D. Darmadji, Suparno, I.S. Utami dan N. Darmawan(Ed.). **Prosiding Seminar Nasional Pangan**. Yogyakarta.
- Heyne, K. 1987. **Dennutige Plantom Van Nederlandsch Indie**. Departement Van Landbow Nuverheid En Handel-Duitenpoug. p. 830-831
- Krochta, J.M. 1994. "**Control of Mass Transfer in Foods with Edible Coatings and Films**". In Aduances in Food Engineering.p. 517-538

- Krochta, J.M. dan De Mulder-Johnston. 1997. "Edible and Biodegradable Polymer Film: Challenges and Opportunities". Dalam **Journal of Food Technology**. Vol. 51. No. 2. p. 61-72.
- Latief, R. 2001. **Teknologi Kemasan Plastik Biodegradable**. http://www.hayati.ipb.com/users/rudyat/indiv2001/rindam_latief.htm.
- Le Tien, C., C. Vachon, M.A. Mateescu, dan M.Lacrix. 2001. "Milk Protein Coating Prevent Oxidative Browning of Apples and Potatoes". Dalam **Journal of Food Science**. Vol. 66.No.4 Chicago : A publication of the Institute of Food Technologists. p.512-516
- Layuk, P., D.W.Marseno, Haryadi. 2001. "Karakterisasi Edible Film Komposit Pektin Daging Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt) dan Tapioka". Dalam **Himpunan Makalah Seminar Nasional Teknologi Pangan**. Semarang : Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PAPTI) Cabang Semarang. hal 53-61.
- Vander, M dan Somaatmadja. 1993. **Prosea: Sumber Daya Nabati Asia Tenggara I**. Jakarta: Gramedia Pustaka Umum.
- Marseno, D.W., Hariyadi dan Retno, Z. 1999. Sifat Mekanik *Edible Film* dari Pati Ketela Pohon. **Prosiding Seminar Nasional PATPI**. Jakarta.
- McHugh, T.H., dan J.M. Krochta., 1994. Permeability Properties of Edible Film. Dalam Krochta et al. **Edible Coating and film to Improve Quality**.. Lancaster Basel: Techromic Pub Co.Inc.
- Munip, A. 2001. **Potensi Tanaman Koro Pedang (*Canavalia* sp) dalam Upaya Meningkatkan Kegiatan Agribisnis**. Simposium Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Tanaman Indonesia. Yogyakarta. p. 126
- Perez-Gago, M.B., and J.M. Krochta. 2001. "Denaturation Time and Temperature Effects on Solubility, Tensile Properties, and Oxygen Permeability of Whey Protein Edible Film". Dalam **Journal of Food Science**. Vol.66.No.5. Chicago: A Publication of The institute of Food Technologists.p.705-710.
- Purnomo, H., 1995. **Aktivitas Air dan Peranannya Dalam Pengawetan Pangan**. Jakarta : UI-Press.
- Seal, K.J., 1994. Test Methods and Standard for Biodegradable Plastic. In : **Chemistry and Technology of Biodegradable Polymer** : Griffin, G.J.L Blackie Academic and Professional Chapman and Hall.
- Setiadji. 1998. **Kimia Dasar**. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
- Stevens, M.P., 2001. **Kimia Polimer**. Bandung : Pradnya Paramita.
- Subagio, A., Y. Witono dan Wiwik, S.W. 2002. Protein Albumin dan Globulin dari Beberapa Jenis Koro-koroan di Indonesia. **Prosiding Seminar Nasional PATPI Kelompok Gizi dan Keamanan Pangan**.

- _____. 2003. **Pengaruh Penambahan Isolat Protein Koro Pedang (*Canavalia Ensiformis L.*) Terhadap Karakteristik Cake**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Vol. XIV. No. 2. p. 136-143.
- Tadmor, Z., and C.G. Gogos. 1979. **Principles of Polymer Processing**. Singapore : John and Sons Inc.
- Sothornvit, R and J.M.,Krochta. 2000. Oxigen Permeability and Mechanical Properties of Film From Hidrolyzed Whey Protein. **Journal Agriculture** : Food Chemistry in Press.
- Turham, K.N., F. Sahbas, and A. Gunner. 2001. "A Spectrophotometric study of Hidrogen Bonding in Methylcellulose-based Edible Film Plasticized by Polyethylene Glicol". **Dalam Journal of Food Science**. Vol. 66. No. 1. Chicago: A Publication of the Institute of Food Technologists.p. 59-62.
- Utomo dan Antarlina. 1998. "Potensi Kacang Komak (*Dolichos Lablab L.*) Sebagai Bahan Baku Isolat Protein". Dalam **Prosiding Seminar Nasional Pangan**. Yogyakarta.
- Winarno, F.G. 1985. **Kedelai Bahan Pangan Masa Depan** . Di Dalam : Utomo Dan Antarlina 19998. **Potensi Kacang Komak (*Dolichos Lablab L.*) Sebagai Bahan Baku Isolat Protein**. Prosiding Seminar Nasional Pangan . Yogyakarta.
- _____. 1993. **Pangan: Gizi, Teknologi, dan Konsumen**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- _____. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wu. Y., C.L. Weller, F. Hamouz, S. Cuppet, and M.Schmepf.2001. "Moisture Loss and Lipid Oxidation for Pre-Cooked Ground-Beef Patties Packaged in edible Film Starch-Alginate-Based Composite Films". Dalam **Journal of Food Science**. Vol. 66. No. 3 Chicago : A Publication of the Institute of Food Technologists. p.486-493.
- Yun. 2002. **Cara Cerdas Mengolah Hasil Panen**.
<http://www.kompas.com/kompas-cetak/0209/01/1004.htm>. 24/01/03.

Lampiran 1

Parameter : Tensile strength/kekuatan tarik
Data Pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1	0.0041	0.0042	0.0040	0.0122	0.0041
A2	0.0066	0.0067	0.0074	0.0208	0.0069
A3	0.0034	0.0028	0.0029	0.0091	0.0030
A4	0.0020	0.0018	0.0018	0.0056	0.0019
A5	0.0009	0.0007	0.0011	0.0027	0.0009
A6	0.0004	0.0003	0.0004	0.0011	0.0004
A7	0.0002	0.0002	0.0001	0.0005	0.0002
Jumlah	0.0176	0.0167	0.0178		
Rata-rata	0.0025	0.0024	0.0025	0.0520	0.0025

Analisa Sidik Keragaman

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F.Hitung	F.Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	9.81E-08	4.905E-08	0.899 ns	3.88	6.93
Perlakuan	6	0.0001059	1.764E-05	323.527 **	3.22	5.39
Galat	12	6.544E-07	5.454E-08			
Total	20	0.0001066				

ns : berbeda tidak nyata

** : Berbeda sangat nyata

Hasil Uji Duncan 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	0.0041	e
A2	0.0069	f
A3	0.0030	d
A4	0.0019	c
A5	0.0009	b
A6	0.0004	a
A7	0.0002	a

Lampiran 2

Parameter : Elongation/perpanjangan
Data Pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1	1.59	1.58	1.61	4.78	1.59
A2	2.28	2.14	2.23	6.65	2.22
A3	1.79	1.71	1.73	5.23	1.74
A4	1.37	1.38	1.38	4.13	1.38
A5	0.94	1.12	1.02	3.08	1.03
A6	0.65	0.76	0.73	2.14	0.71
A7	0.4	0.48	0.38	1.26	0.42
Jumlah	9.02	9.17	9.08		
Rata-rata	1.29	1.31	1.30	27.27	1.30

Analisa Sidik Keragaman

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F.Hitung	F.Tabel	
					5%	1%
kelompok	2	0.0016	0.0008	0.24 ns	3.88	6.93
Perlakuan	6	6.9661	1.1610	341.71 **	3.22	5.39
Galat	12	0.0408	0.0034			
Total	20	7.0085				

ns : berbeda tidak nyata

** : Berbeda sangat nyata

Hasil Uji Duncan 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	1.59	e
A2	2.22	g
A3	1.74	f
A4	1.38	d
A5	1.03	c
A6	0.71	b
A7	0.42	a

Lampiran 3

Parameter : kandungan protein terlarut
Data Pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1	21.68	22.59	22.14	66.41	22.14
A2	13.01	16.57	14.79	44.37	14.79
A3	13.83	15.66	14.75	44.24	14.75
A4	7.19	8.30	7.75	23.24	7.75
A5	4.11	6.90	5.50	16.51	5.50
A6	4.12	4.15	4.14	12.41	4.14
A7	3.03	4.21	3.62	10.86	3.62
Jumlah	66.97	78.38	72.69		
Rata-rata	9.57	11.20	10.38	218.04	10.38

Analisa Sidik Keragaman

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F.Hitung	F.Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	9.299	4.650	12.882 **	3.88	6.93
Perlakuan	6	876.385	146.064	404.707 **	3.22	5.39
Galat	12	4.331	0.361			
Total	20	890.015				

** : Berbeda sangat nyata

Hasil Uji Duncan 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	22.14	e
A2	14.79	d
A3	14.75	d
A4	7.75	c
A5	5.50	b
A6	4.14	a
A7	3.62	a

Lampiran 4

Parameter : WVTR/kecepatan transfer uap air
Data Pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1	1.70	1.79	1.80	5.29	1.763
A2	1.85	1.88	1.90	5.63	1.877
A3	2.04	1.98	2.01	6.03	2.010
A4	1.80	1.91	1.87	5.58	1.860
A5	1.75	1.79	1.80	5.34	1.780
A6	1.72	1.71	1.71	5.14	1.713
A7	1.70	1.68	1.67	5.05	1.683
Jumlah	12.56	12.74	12.76		
Rata-rata	1.79	1.82	1.82	38.06	1.812

Analisa Sidik Keragaman

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F.Hitung	F.Tabel	
					5%	1%
kelompok	2	0.003	0.002	1.507 ns	3.88	6.93
Perlakuan	6	0.226	0.038	32.770 **	3.22	5.39
galat	12	0.014	0.001			
Total	20	0.243				

ns : berbeda tidak nyata

** : Berbeda sangat nyata

Hasil Uji Duncan 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	1.763	bc
A2	1.877	d
A3	2.010	e
A4	1.860	d
A5	1.780	c
A6	1.713	ab
A7	1.683	a

Lampiran 5

Parameter : Kecerahan warna
Data Pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1	71.76	71.80	71.80	215.36	71.79
A2	71.86	71.84	71.86	215.56	71.85
A3	72.06	72.02	71.96	216.04	72.01
A4	72.14	72.06	72.02	216.22	72.07
A5	71.72	71.64	71.66	215.02	71.67
A6	71.38	71.36	71.18	213.92	71.31
A7	71.04	70.96	71.00	213.00	71.00
Jumlah	501.96	501.68	501.48		
Rata-rata	71.71	71.67	71.64	1505.12	71.67238

Analisa Sidik Keragaman

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F.Hitung	F.Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.0166	0.0083	3.535 ns	3.88	6.93
Perlakuan	6	2.7260	0.4543	193.397 **	3.22	5.39
Galat	12	0.0282	0.0023			
Total	20	2.7708				

ns : berbeda tidak nyata

** : Berbeda sangat nyata

Hasil Uji Duncan 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	71.79	d
A2	71.85	d
A3	72.01	e
A4	72.07	e
A5	71.67	c
A6	71.31	b
A7	71.00	a

Lampiran 6

Parameter : Higroskopisitas
Data Pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1	0.25	0.26	0.26	0.77	0.257
A2	0.42	0.44	0.46	1.32	0.440
A3	0.65	0.62	0.65	1.92	0.640
A4	0.33	0.34	0.39	1.06	0.353
A5	-0.05	-0.07	-0.08	-0.2	-0.067
A6	-0.16	-0.16	-0.16	-0.48	-0.160
A7	-0.44	-0.41	-0.41	-1.26	-0.420
Jumlah	1.00	1.02	1.11		
Rata-rata	0.143	0.146	0.159	3.13	0.149

Analisa Sidik Keragaman

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F.Hitung	F.Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.000981	0.0004905	1.626 ns	3.88	6.93
Perlakuan	6	2.534581	0.4224302	1400.68 **	3.22	5.39
Galat	12	0.003619	0.0003016			
Total	20	2.539181				

ns : berbeda tidak nyata

** : Berbeda sangat nyata

Hasil Uji Duncan 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	0.257	d
A2	0.440	f
A3	0.640	g
A4	0.353	e
A5	-0.067	c
A6	-0.160	b
A7	-0.420	a

Lampiran 7

Parameter : Derajat rehidrasi
Data Pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1	13.42	14.39	14.32	42.13	14.04
A2	8.63	8.48	8.47	25.58	8.53
A3	6.95	7.17	7.28	21.40	7.13
A4	4.25	4.17	4.50	12.92	4.31
A5	3.36	3.26	3.46	10.08	3.36
A6	2.34	2.39	2.52	7.25	2.42
A7	1.38	1.71	1.62	4.71	1.57
Jumlah	40.33	41.57	42.17		
Rata-rata	5.76	5.94	6.02	124.07	5.91

Analisa Sidik Keragaman

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F.Hitung	F.Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.25	0.13	2.69 ns	3.88	6.93
Perlakuan	6	343.82	57.30	1225.84 **	3.22	5.39
Galat	12	0.56	0.05			
Total	20	344.63				

ns : berbeda tidak nyata

** : Berbeda sangat nyata

Hasil Uji Duncan 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	14.04	g
A2	8.53	f
A3	7.13	e
A4	4.31	d
A5	3.36	c
A6	2.42	b
A7	1.57	a

Lampiran 8

Parameter : Ketebalan
Data Pengamatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1	0.0089	0.0090	0.0089	0.0268	0.008933
A2	0.0109	0.0112	0.0110	0.0331	0.011033
A3	0.0128	0.0129	0.0130	0.0387	0.012900
A4	0.0134	0.0133	0.0134	0.0401	0.013367
A5	0.0142	0.0141	0.0141	0.0424	0.014133
A6	0.0151	0.0150	0.0151	0.0452	0.015067
A7	0.0160	0.0160	0.0161	0.0481	0.016033
Jumlah	0.0913	0.0915	0.0916		
Rata-rata	0.0130	0.0131	0.0131	0.2744	0.013067

Analisa Sidik Keragaman

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F.Hitung	F.Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	6.67E-09	3.33E-09	0.428 ns	3.88	6.93
Perlakuan	6	0.0001058	1.76E-05	2267.71 **	3.22	5.39
Galat	12	9.33E-08	7.78E-09			
Total	20	0.0001059				

ns : berbeda tidak nyata

** : Berbeda sangat nyata

Hasil Uji Duncan 5%

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	0.0089333	a
A2	0.0110333	b
A3	0.0129	c
A4	0.0133667	d
A5	0.0141333	e
A6	0.0150667	f
A7	0.0160333	g

Lampiran 9

Parameter : Perlakuan terbaik
Data Pengamatan

Parameter	Penambahan Gliserol (%)						
	20	30	40	50	60	70	80
Elongation Tensile	0.0041	0.0069	0.0030	0.0019	0.0009	0.0004	0.0002
Strength	1.5900	2.2200	1.7400	1.3800	1.0300	0.7100	0.4200
WVTR	1.7630	1.8770	2.0100	1.8620	1.7820	1.7130	1.6830
Higroskopisitas	0.2570	0.4400	0.6400	0.3530	-0.0670	-0.1600	-0.4200
Warna	71.7900	71.8500	72.0100	72.0700	71.6700	71.3100	71.0000