

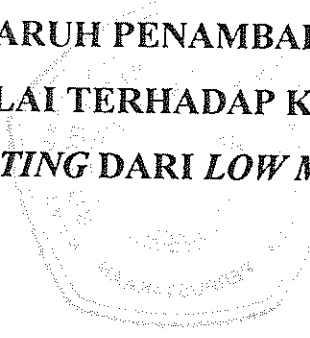


1799
96
315

F 13/99

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN ISOLAT
PROTEIN KEDELAI TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK
EDIBLE COATING DARI *LOW METHOXY PECTINS***



Oleh:

JOSEPHINE TRI WIBOWO

F 29.1391



1996

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

Josephine Tri Wibowo. F 29.1391. Pengaruh Penambahan Isolat Protein Kedelai Terhadap Karakteristik Fisik *Edible Coating* Dari *Low Methoxy Pectins*. Di bawah bimbingan Dedi Fardiaz dan Nuri Andarwulan.

RINGKASAN

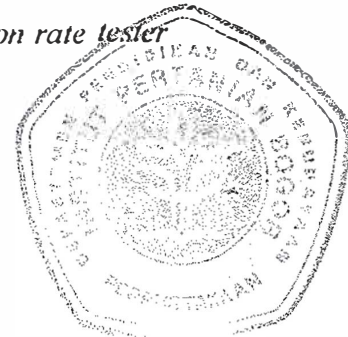
Edible coating merupakan lapisan tipis dan kontinu yang dibuat dari bahan yang bisa dimakan, dibentuk di atas atau diletakkan di antara makanan dengan membungkus, merendam atau menyemprot untuk memberikan tahanan yang selektif terhadap gas dan uap air dan memberi perlindungan terhadap kerusakan mekanik.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari formulasi bahan dan teknik pembuatan *edible coating* dari *low methoxy pectins*, mempelajari pengaruh penambahan isolat protein kedelai pada karakteristik fisik *edible coating* yang dibuat sehingga diperoleh informasi dasar sifat-sifat fisik *edible coating* dari *low methoxy pectins*.

Bahan penelitian yang digunakan adalah *low methoxy pectins* yang diperoleh dari PT Halim Sakti, Jakarta dan isolat protein kedelai dari PT United Chemical, Jakarta.

Pembuatan *edible coating* dimulai dengan pelarutan bahan (isolat protein kedelai dan *low methoxy pectins*), penambahan gliserol 2% (v/v), pengaturan pH menjadi 6 dengan larutan natrium bikarbonat (0.5 M) atau asam sitrat (0.5%). Konsentrasi isolat protein yang ditambahkan 0, 0.25, 0.5, 0.75, dan 1%. Larutan *edible coating* kemudian dipanaskan dan diaduk pada suhu 40°C selama 15 menit. Kemudian dengan menggunakan model kain kasa nilon *edible coating* dibentuk dengan mencelup kasa nilon pada larutan *edible coating* dan kalsium klorida secara bergantian dua kali, kemudian dikeringkan pada suhu kamar selama \pm 12 jam.

Karakteristik fisik *edible coating* yang dipelajari dalam penelitian ini meliputi ketebalan yang diukur dengan alat *micro-cal Messer*, a_w dengan Shiabura a_w -meter, kekuatan gel dan rigiditas menggunakan Steven-LFRA *Texture Analyser*, gugus fungsional menggunakan Spektrofotometer infra merah, laju transmisi uap air dengan metode cawan dan transmisi oksigen menggunakan alat *gass transmission rate tester* Speedivac 2.



Kadar air *edible coating* berkisar antara 109.995 % bk (ISP 1%) sampai 130.41 % bk (ISP 0%), sedangkan kadar protein antara 8.06 % bk (ISP 0%) sampai 24.76% bk.

Ketebalan *edible coating* yang dihasilkan berkisar antara 0.71×10^{-2} mm (ISP 0%) sampai 1.92×10^{-2} mm (ISP 1%). Nilai a_w berkisar 0.626 ± 0.019 pada suhu $29.7 \pm 0.72^\circ\text{C}$ (ISP 1%) sampai 0.658 ± 0.021 pada suhu $28.86 \pm 0.95^\circ\text{C}$ (ISP 0%). Kekuatan gel terendah 88.2 ± 13.01 g (ISP 0%) dan tertinggi 113.6 ± 26.07 g (ISP 1%). Untuk rigiditas terendah 176.4 ± 26.02 g/cm (ISP 0%) dan tertinggi 227.2 ± 53.39 g/cm. Analisis gugus fungsional terlihat adanya gugus OH, NH₂, CH dan CO.

Laju transmisi gas *edible coating* tidak bisa terukur karena terlalu besar (melebihi kapasitas alat), untuk transmisi uap air terendah 456.87 g/m²/24 jam (ISP 0.25%) dan tertinggi 918.35 g/m²/24 jam (ISP 0.5%).

Analisis secara statistik memberikan hasil bahwa perlakuan penambahan isolat protein kedelai berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar protein dan a_w *edible coating* yang dihasilkan. Perlakuan penambahan isolat ternyata tidak berpengaruh nyata pada kekuatan gel, rigiditas dan laju transmisi uap air *edible coating*. Dalam penelitian ini didapatkan *edible coating* dengan ISP 0% atau 0.25% memiliki sifat tahanan uap air paling baik dibanding lainnya walaupun sifat mekaniknya kurang baik.

Aplikasi pada buah mangga potong didapatkan *coating* kurang efektif untuk mencegah penurunan berat buah, tetapi cukup efektif untuk mencegah perubahan warna buah potong.

**PENGARUH PENAMBAHAN ISOLAT
PROTEIN KEDELAI TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK
EDIBLE COATING DARI *LOW METHOXY PECTINS***

Oleh

JOSEPHINE TRI WIBOWO

F 29.1391

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

1996

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

Hal Gizi, Kesehatan, dan Lingkungan
1. Penelitian ini adalah penelitian terapan yang bertujuan untuk meningkatkan mutu produk pangan.
2. Penelitian ini dilakukan di laboratorium yang terakreditasi oleh IPB University.
3. Penelitian ini dilaksanakan dengan memperhatikan keselamatan kerja dan lingkungan.
4. Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.
5. Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.
6. Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.
7. Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.
8. Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.
9. Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.
10. Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium yang terakreditasi oleh IPB University.



INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

**PENGARUH PENAMBAHAN ISOLAT
PROTEIN KEDELAI TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK
*EDIBLE COATING DARI LOW METHOXY PECTINS***

Oleh

JOSEPHINE TRI WIBOWO

F 29.1391

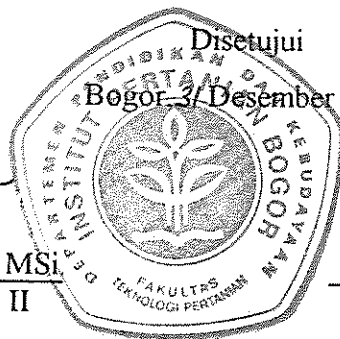
SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Dilahirkan di Rembang, 12 November 1974

Tanggal lulus : 30 Oktober 1996

Ir. Nuri Andarwulan, MSc.
Dosen Pembimbing II



Disetujui
Bogor, 3/ Desember 1996

Prof. Dr. Ir. Dedi Fardiaz, MSc.
Dosen Pembimbing I

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis kepada Tuhan atas berkat dan KasihNya yang telah menuntun penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Dedi Fardiaz, MSc, dan Ir. Nuri Andarwulan, MSi. Selaku dosen pembimbing I dan II, yang telah banyak memberikan perhatian, dukungan, petunjuk dan bimbingan kepada penulis selama penelitian sampai tersusunnya skripsi ini.
2. Ir. Sutrisno Koswara selaku dosen penguji, atas waktu dan kesediaannya menguji serta atas koreksi yang telah diberikan.
3. Bambang, Hasmy, Jajang, Diana dan Heru, sebagai rekan sekerja selama penelitian atas kerja sama, dorongan dan bantuan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
4. Martina, Gono, Candra, Cath, Andries dan Agus yang telah memberikan semangat, dorongan dan bantuan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
5. Mbak Sri, Mbak Ari serta segenap karyawan laboratorium TPG, PAU Pangan dan Gizi atas bantuan dan kerjasamanya.
6. Ai Mei Ciu, Om Sukiyat dan Benny atas dorongan dan bantuannya selama penulis menyelesaikan studi di TPG.
7. Pihak-pihak lain yang telah banyak membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

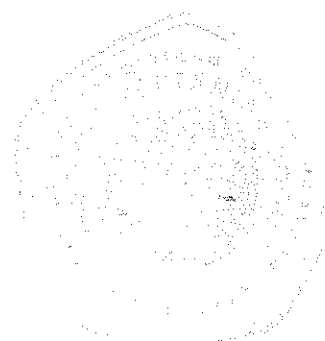
Skripsi ini penulis persembahkan kepada keluarga tercinta, *Papi, Mami, ko Han, cik Irene, Warren, David dan Budi*, sebagai rasa terima kasih atas segala kasih, doa, perhatian, dukungan dan semangat yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya masukan berupa kritik dan saran demi perbaikan selanjutnya.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan membutuhkannya.

Bogor, Desember 1996

Penulis



DAFTAR ISI

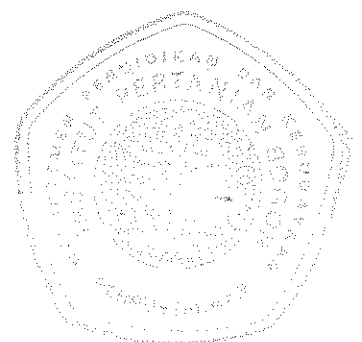
	Halaman
KATA PENGANTAR.....	I
DAFTAR ISI	III
DAFTAR TABEL.....	VI
DAFTAR GAMBAR.....	VII
DAFTAR LAMPIRAN	VIII
I. PENDAHULUAN.....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. KEDELAI	4
B. PROTEIN KEDELAI	7
C. SIFAT FUNGSIONAL PROTEIN KEDELAI	9
D. PEKTIN.....	12
E. <i>EDIBLE COATINGS</i>	15
III. BAHAN DAN METODE.....	19
A. BAHAN DAN ALAT.....	19
1. Bahan.....	19
2. Alat	20
B. METODE PENELITIAN	21
1. Persiapan Sampel.....	21
2. Pembuatan Larutan <i>Edible Coatings</i>	21
3. Pembuatan <i>Edible Coating</i>	24

4. Aplikasi pada Mangga.....	25
C. RANCANGAN PERCOBAAN.....	26
D. PROSEDUR ANALISIS.....	27
1. Kadar Air.....	27
2. Kadar Protein Metode Mikro Kjeldahl.....	27
3. Ketebalan <i>Edible Coating</i>	28
4. Pengukuran a_w	29
5. Analisis Gugus Fungsional (Spektefotometer Infra Merah).....	30
6. Pengukuran Kekuatan Gel dan Rigiditas.....	31
7. Laju Transmisi Uap Air (Water Vapor Transmission Rate/WVTR).....	33
8. Laju Transmisi Oksigen dan Karbon Dioksida Metode Manometer.....	34
9. Perubahan Warna Buah Mangga.....	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
A. PEMBUATAN <i>EDIBLE COATINGS</i>	38
B. PENGARUH PENAMBAHAN ISOLAT PROTEIN KEDELAI TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK <i>EDIBLE COATINGS</i> DARI <i>LOW METHOXY</i> <i>PECTINS</i>	43
1. Hasil Analsis Kadar Air dan Kadar Protein <i>Edible Coating</i>	43
2. Ketebalan <i>Edible Coating</i>	47
3. Nilai a_w <i>Edible Coating</i>	48
4. Analisis Gugus Fungsional <i>Edible Coating</i> (Spektrum Infra Merah).....	50
5. Kekuatan Gel dan Rigiditas.....	52
6. Laju Transmisi Uap Air (Water Vapor Transmission Rate).....	54
7. Laju Transmisi Oksigen dan Karbon Dioksida (O_2 Transmission Rate and CO_2 Transmission Rate).....	56
8. <i>Edible Coating</i> pada Buah Mangga Potong.....	57
9. Karakteristik Fisik Beberapa <i>Edible Coating</i>	60
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	62

A. KESIMPULAN	62
B. SARAN	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

a. Pengutipan harus menyebutkan sumbernya, sebaliknya, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan tesis atau tujuan untuk masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
c. Diperbolehkan menggunakan dan memperbanyak dengan cara sedemikian rupa bila tidak merugikan hak-hak ekonomi eksklusif IPB University.



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi biji kedelai dan bagian-bagian biji.....	7
Tabel 2. Komposisi asam amino produk-produk protein kedelai.....	9
Tabel 3. Komposisi kimia isolat protein kedelai.....	19
Tabel 4. Hubungan a_w dan pertumbuhan mikroorganisme.....	49
Tabel 5. Gugus fungsional <i>edible coating</i>	51
Tabel 6. Kekuatan gel <i>edible coating</i> dan rigiditas.....	53
Tabel 7. Laju transmisi uap air <i>edible coating</i>	56
Tabel 8. Perubahan berat mangga.....	58
Tabel 9. Perbandingan karakteristik fisik beberapa <i>edible coating</i>	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Gugus fungsional pada LMP	13
Gambar 2. Bahan-bahan yang digunakan dalam <i>edible coating</i>	20
Gambar 3. Pengaturan pH larutan.....	22
Gambar 4. Pemanasan dan pengadukan larutan <i>edible coating</i>	23
Gambar 5. Diagram alir proses pembuatan larutan <i>edible coating</i>	23
Gambar 6. Cara pencelupan kasa nilon dalam larutan <i>coating</i>	24
Gambar 7. Diagram alir pembuatan <i>edible coatings</i>	25
Gambar 8. Diagram alir aplikasi mangga dengan <i>edible coating</i>	26
Gambar 9. <i>Micro-cal Messer</i>	29
Gambar 10. Alat Shibaura a_w meter WA-360	30
Gambar 11. <i>Infra-red spectrophotometer IR-470</i>	31
Gambar 12. Gambar grafik hasil pengukuran <i>texture analyser</i>	32
Gambar 13. <i>Steven-LFRA texture analyser</i>	33
Gambar 14. <i>Gass transmission rate tester Speedivac 2</i>	34
Gambar 15. Bagian-bagian <i>gass transmission rate tester</i>	35
Gambar 16. Penampakan <i>edible coating</i> pada kasa nilon.....	43
Gambar 17. Histogram hubungan penambahan ISP dengan kadar air <i>edible coating</i>	45
Gambar 18. Histogram hubungan penambahan ISP dengan kadar protein <i>edible coating</i>	46
Gambar 19. Histogram hubungan penambahan ISP dengan ketebalan <i>edible coating</i>	48
Gambar 20. Histogram hubungan penambahan ISP dengan a_w <i>edible coating</i>	50
Gambar 21. Spektrum infra merah <i>edible coating</i> ISP 0.5%	51
Gambar 22. Grafik kecerahan mangga (nilai L notasi Hunter)	59
Gambar 23. Mangga setelah penyimpanan 6 hari.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Rekapitulasi data kadar air <i>edible coating</i>	70
Lampiran 2a. Hasil analisis ragam pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap kadar air <i>edible coating</i>	71
Lampiran 2b. Hasil uji wilayah berganda Duncan pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap kadar air <i>edible coating</i>	71
Lampiran 3. Rekapitulasi data kadar protein.....	72
Lampiran 4a. Hasil analisis ragam pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap kadar protein <i>edible coating</i>	73
Lampiran 4b. Hasil uji wilayah berganda Duncan pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap kadar protein <i>edible coating</i>	73
Lampiran 5. Rekapitulasi data ketebalan <i>edible coating</i>	74
Lampiran 6a. Hasil analisis ragam pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap ketebalan <i>edible coating</i>	75
Lampiran 6b. Hasil uji wilayah berganda Duncan pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap ketebalan <i>edible coating</i>	75
Lampiran 7. Rekapitulasi data a_w <i>edible coating</i>	76
Lampiran 8a. Hasil analisis ragam pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap a_w <i>edible coating</i>	77
Lampiran 8b. Hasil uji wilayah berganda Duncan pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap a_w <i>edible coating</i>	77
Lampiran 9. Rekapitulasi data kekuatan gel.....	78
Lampiran 10. Hasil analisis ragam pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap kekuatan gel <i>edible coating</i>	79
Lampiran 11. Rekapitulasi data rigiditas <i>edible coating</i>	80
Lampiran 12. Hasil analisis ragam pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap rigiditas <i>edible coating</i>	81

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang banyak menghasilkan produk pangan dari hasil pertanian. Produk pangan hasil pertanian tadi mudah mengalami kehilangan atau kerusakan sesudah dipanen, baik dalam penanganannya maupun dalam penyimpanan sehingga sangat merugikan dari segi ekonomi. Kerusakan buah atau sayuran tadi terutama karena adanya aktivitas metabolisme (respirasi), transpirasi (kehilangan air), atau terjadinya reaksi anaerobik. Kerusakan bahan pangan tadi sangat tergantung pada kondisi lingkungan (atmosfir, suhu, kelembaban udara).

Banyak teknik penyimpanan dikembangkan untuk memperpanjang masa simpan bahan pangan pasca panen, salah satu metoda yang dikembangkan adalah penggunaan *edible coatings*.

Penggunaan *edible coatings* sudah dipraktekkan sejak lama, seperti pelapisan lilin pada buah atau sayuran segar (Kester dan Fennema, 1986), juga pelapisan gula atau coklat pada produk permen (Guilbert, 1986).

Edible coatings atau *film* merupakan salah satu produk olahan dari hidrokoloid (protein atau polisakarida) atau lemak atau campurannya yang berupa lapisan tipis dan dapat melekat atau menutupi bahan pangan dan dapat menjaga kesegaran dan keawetan bahan pangan tadi.

Kemampuan membuat *film* dari zat-zat tadi sudah banyak dikembangkan dan digunakan. Contoh protein yang sudah digunakan untuk pembentukan *edible film*

adalah protein jagung, protein kedelai, kasein, gelatin, kolagen, protein kacang. Sedang jenis polisakarida yang sudah dikembangkan antara lain pektin, karagenan, alginat, selulosa dan turunannya.

Pektin adalah suatu grup kompleks dari polisakarida yang banyak terdapat pada tanaman (Aspinall, 1970). Pektin biasanya membentuk sepertiga dari dinding sel tumbuhan dikotil dan beberapa tumbuhan monokotil. Pektin bagi tanaman berguna untuk mengikat sel-sel dan memberi kekuatan mekanik pada dinding sel.

Dalam bahan pangan pektin biasa digunakan dalam pembuatan *jam* atau *jelly*, karena kemampuannya untuk membentuk gel pektin juga dikembangkan untuk membentuk *edible coatings*.

Kedelai merupakan salah satu komoditas pertanian yang penting sebagai sumber protein nabati. Sebagai bahan pangan kedelai sering digunakan untuk mengganti protein hewani yang mahal harganya. Berbagai macam produk pangan tradisional dari kedelai sudah lama dikembangkan seperti tahu, tempe, kecap dan tauco. Teknologi pengolahan kedelai secara modern masih sedikit penggunaannya, baik dalam bentuk konsentrat atau isolat protein.

Kedelai telah menjadi bagian makanan sehari-hari bangsa Indonesia selama kurang lebih 200 tahun dengan berbagai teknik pengolahan yang semakin meningkat dan diakui sebagai bahan makanan bernilai gizi tinggi oleh dunia Internasional (Hernama, 1985). Jumlah kebutuhan kedelai untuk konsumsi manusia tergantung dari jumlah produk dan konsumsi per kapita, sehingga pertumbuhan penduduk yang tinggi harus diimbangi dengan laju peningkatan produksi.

Secara alamiah protein memiliki sifat fungsional yang baik untuk produk pangan. Sifat fungsional protein yang sering digunakan antara lain kemampuan mengikat air, emulsifikasi, kekentalan, kemampuan membentuk film, pembentukan buih dan gel serta pengembangan adonan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari formulasi dan metode pembuatan *edible coatings* dari *low methoxy pectins* dan mempelajari pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap karakteristik fisik *edible coatings* sehingga diperoleh informasi dasar sifat-sifat fisik *edible coating* dari *low methoxy pectins*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. KEDELAI

Kedelai merupakan sumber protein nabati yang sangat penting dibanding jenis kacang-kacangan lainnya. Tanaman kedelai (*Glicine max*) telah ribuan tahun dibudidayakan oleh masyarakat Asia, seperti Cina, Jepang, Korea dan beberapa negara di belahan Asia selatan dan Tenggara termasuk Indonesia.

Kedelai beradaptasi terutama pada daerah dengan kelembaban sedang dan suhu pertumbuhan yang hangat. Pada daerah beriklim tropik atau subtropik, kedelai umumnya tumbuh dengan baik. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada segala jenis tanah, tetapi pertumbuhan terbaiknya pada tanah berpasir atau tanah liat. (Wolfe dan Kipps, 1953). Tanah yang mempunyai pH di atas 7 dan kekurangan unsur besi akan mengakibatkan tanaman kedelai menjadi kerdil dan daunnya menguning (Sumarno dan Hartono, 1983).

Dalam dunia tumbuh-tumbuhan, kedelai tergolong dalam Divisi *Spermatophita*, Subdivisi *Angiospermae*, Klas *Dicotyledon*, Ordo *Polypetales*, Famili *Legominoceae*, Subfamili *Papilionoideae*, Genus *Glycine*, dan Spesies *Glycine max* (Sumarno dan Hartono, 1983).

Sampai saat ini telah ditemukan lebih dari 2500 varietas kedelai. Pertimbangan-pertimbangan yang penting dalam memilih varietas kedelai adalah

beberapa sifat utama seperti warna, berat, ukuran, kekerasan, kadar protein, kadar lemak, produksi dan sifat pertumbuhan (Wolfe dan Kipps, 1953)

Menurut Hubeis (1984), tanaman kedelai dapat dibagi menjadi beberapa golongan. Berdasarkan warna bijinya, kedelai dibedakan atas kedelai putih/kuning, kedelai hitam, kedelai coklat dan kedelai hijau. Berdasarkan umurnya kedelai dikelompokkan menjadi kedelai berumur pendek (60-80 hari), berumur sedang (90-100 hari), dan berumur dalam (110-120 hari).

Dalam penggunaan sehari-hari tanaman kedelai pada umumnya diambil bijinya. Menurut Wolfe dan Kipps (1953) struktur biji kedelai terdiri dari tiga bagian utama, yaitu sekitar 90% berupa keping biji atau kotiledon, 8% berupa kulit biji atau hull dan sekitar 2% bagian embrio atau hipokotil. Kulit biji (hull) terdapat pada lapisan permukaan luar yang disusun oleh beberapa lapisan sel, sedangkan kotiledon merupakan sel yang tertutup oleh sel epidermis. Kulit biji biasanya dipisahkan dahulu bila kedelai akan diolah menjadi produk, karena kandungan serat kasarnya yang cukup tinggi. Dua pertiga bagian dari keping biji terdiri dari protein dan minyak, dan hanya sedikit pati jika ada. Minyak tersimpan dalam badan-badan yang disebut *spherosome* (diameter 0.2-0.3 μ). Sedangkan protein tersimpan dalam badan penyimpanan yang lebih besar yang disebut badan protein (protein bodies) atau butir aleuron (aleurone grains) dengan diameter 2-20 μ (Wolf, 1975).

Nilai gizi kedelai cukup tinggi terutama kandungan proteinnya. Sebagai sumber protein kedelai menduduki tempat kelima diantara bahan pangan nabati dan menduduki tempat pertama di antara tanaman kacang-kacangan. Komposisi

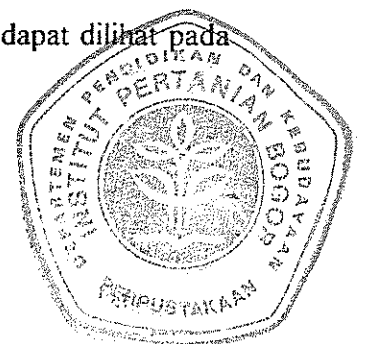
kedelai dapat bervariasi menurut varietas, keadaan tempat tumbuh dan umur saat dipanen.

Menurut Liang *et al.* (1986), nilai gizi dan pengaruh biologi dan fisiologi kedelai ditentukan oleh kemampuan produk kedelai untuk menyediakan asam amino dan zat esensial lainnya. Selain protein, kedelai mempunyai kandungan lemak yang cukup tinggi. Menurut Syarif dan Irawati (1988), lemak kedelai mengandung 86% asam lemak tidak jenuh, terutama asam linoleat dan oleat, 14% asam lemak jenuh termasuk asam palmitat. Jika lemak diekstrak dari biji kedelai maka akan menghasilkan kedelai bebas lemak (bungkil) dan minyak kedelai yang dapat dimanfaatkan.

Piper dan Morse (1923) melaporkan adanya variasi pada kandungan minyak dan protein sebagai pengaruh dari perbedaan dan varietas, dimana kandungan protein bervariasi antara 30-46% dan minyak antara 12-24%. Selain itu kedelai juga mengandung vitamin A, kalsium, fosfor, besi dan kalium juga vitamin dan mineral lain yang menambah nilai gizi kedelai.

Karbohidrat kedelai kurang penting artinya sebagai suplai kalori karena sukar dicerna. Hal ini disebabkan karena sebagian besar karbohidrat larut air yang terdapat pada kedelai hanya terdiri dari rafinosa 1.1%, stakiosa 3.8% dan verbakosa yang tidak dapat dicerna. Karbohidrat yang dapat dicerna dalam kedelai adalah sukrosa (5%) serta pati yang hanya terdapat dalam jumlah sangat sedikit (Smith dan Circle, 1978). Komposisi biji kedelai dan bagiannya dapat dilihat pada

Tabel I.



Tabel 1. Komposisi biji kedelai dan bagian-bagian biji ^{a)}^{b)}

Fraksi	Protein (%) (N x 6,25)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)	Kadar abu (%)
Biji kedelai utuh	40	21	34	4.9
Kotiledon	43	23	29	5.0
Kulit biji/skram	8.8	1	86	4.3
Hipokotil	4.1	11	43	4.4

^{a)} nilai rata-rata untuk sembilan varietas dengan basis berat kering

^{b)} Kawamura (1967) yang dikutip oleh Wolf (1975)

B. PROTEIN KEDELAI

Protein merupakan suatu rantai residu asam amino yang dihubungkan dengan ikatan peptida dengan berat molekul lebih besar dari 10.000. Selain asam amino, protein juga mengandung komponen non asam amino seperti lemak, karbohidrat, vitamin dan lain-lain (Rodwell, 1987).

Protein kedelai terdapat dalam jaringan kotiledon biji kedelai. Pada tingkat subseluler, protein kedelai terdistribusi di dalam bagian-bagian sel yang disebut protein tubuh (protein bodies) dan di sekitar sitoplasma.

Protein ini dapat digolongkan sebagai globulin cadangan dan protein biologis aktif (Meyer dan Williams, 1977). Globulin disebut sebagai protein cadangan karena tidak memiliki aktivitas biologis, sedang sisa protein lainnya merupakan enzim-enzim intraseluler (lipoksigenase, urease, amilase), hemaglutinin, protein

inhibitor dan lipoprotein membran (Kinsella, 1979). Sampai kini protein kedelai belum sepenuhnya teridentifikasi. Komponen utama dari protein cadangan inilah yang berpengaruh terhadap mutu produk pangan yang dihasilkan terutama sifat fisik dan nilai gizinya (Mori *et al.*, 1981).

Kandungan nilai gizi dari protein kedelai sangat baik, kualitas asam aminonya mendekati kualitas protein hewani dan susunan asam aminonya mendekati susunan asam amino esensial protein susu sapi (Smith dan Circle, 1972). Sedang menurut Liener (1978), protein kedelai mengandung asam amino esensial yang tidak berbeda jauh dengan komposisi asam amino standar FAO/WHO, dengan metionin sebagai asam amino pembatasnya. Komposisi asam amino produk-produk protein dapat dilihat pada Tabel 2.

Menurut Wolf (1975), penggunaan protein kedelai dalam industri pangan dikelompokkan menjadi tiga kelompok bentuk protein berdasarkan kandungan proteinnya, yaitu tepung atau bubuk, konsentrat protein dan isolat protein kedelai. Isolat protein kedelai merupakan bentuk protein kedelai yang paling murni, karena kadar proteinnya minimum 95% dari berat kering. Produk ini hampir bebas dari karbohidrat, serat dan lemak sehingga sifat fungsionalnya jauh lebih baik dibandingkan dengan konsentrat protein maupun tepung bubuk kedelai (Koswara, 1992).

Pembuatan isolat protein kedelai dilakukan dengan mengekstraksi protein susu kedelai tanpa lemak dengan alkali encer kemudian disentrifugasi. Protein dalam ekstrak dipisahkan dengan mengatur pH sebesar 4, kemudian dilanjutkan dengan

sentrifugasi, pencucian, netralisasi dengan alkali dan pengeringan dengan *spray drying* (Koswara, 1992).

Tabel 2. Komposisi asam amino produk-produk protein kedelai ^{a)}

Asam amino esensial	T ^{b)}	K	I	Asam amino non esensial	T	K	I
Lisin	6.9	6.3	6.1	Arginin	8.4	7.5	7.8
Metionin	1.6	1.4	1.1	Histidin	2.6	2.7	2.5
Sistein	1.6	1.6	1.0	Tirosin	3.9	3.9	3.7
Triptofan	1.3	1.5	1.4	Serin	5.6	5.7	5.5
Threonin	4.3	4.2	3.7	Glutamat	21.0	19.8	20.5
Isoleusin	5.1	4.8	4.9	Aspartat	12.0	12.0	11.9
Leusin	7.7	7.8	7.7	Glisin	4.5	4.4	4.0
Fenilalanin	5.0	5.2	5.4	Alanin	4.5	4.4	3.9
Valin	5.4	4.9	4.8	Prolin	6.3	5.2	5.3
				Nitrogen	2.1	1.9	2.0

^{a)} Wolf dan Cowan (1971)

^{b)} T : tepung ; K : konsentrat ; I : isolat

C. SIFAT FUNGSIONAL PROTEIN KEDELAI

Menurut Hurrell (1980), protein merupakan komponen yang paling aktif dari kebanyakan bahan pangan. Protein dapat bereaksi dengan gula pereduksi, lemak, hasil oksidasi, dan lain-lain., yang dapat menyebabkan menurunnya nilai gizi,

timbulnya flavor, *browning* bahkan zat beracun. Kemampuan protein untuk mengikat komponen pangan lain (lemak, air) penting untuk formulasi makanan. Ikatan ini menyebabkan gaya adhesi, pembentukan serat dan film dan viskositas. Sifat fungsional protein dapat didefinisikan sebagai sifat-sifat fisiko-kimia di luar sifat nutrisi yang memungkinkan protein menyumbang karakteristik yang diinginkan pada makanan (Cheftel *et al.*, 1985), yang didasarkan pada perilaku komponen protein bila berinteraksi dengan komponen-komponen lain di dalam sistem pangan yang kompleks selama persiapan, pengolahan, penyimpanan dan konsumsi (Philips dan Beuchat, 1981).

Sifat-sifat fungsional protein dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok utama, yaitu (1) sifat hidrasi (berhubungan dengan interaksi protein-air), seperti daya ikat air, kebasahan, *swelling*, 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).

Sedangkan Nakai dan Powrie (1981) menggolongkan sifat fungsional protein menjadi (1) sifat sensori dan kinestetik, misalnya citarasa, bau, warna dan tekstur, (2) sifat hidrasi, dispersibilitas, kelarutan dan pembengkakan (*swelling*), (3) sifat-sifat tegangan permukaan seperti emulsifikasi, pembuihan, dan penyerapan air atau minyak, (4) sifat-sifat reologi termasuk kekentalan dan pembentukan gel, dan (5) sifat-sifat lainnya, misalnya adesif, kohesif, pembuatan adonan, pembentukan film dan serat.

Sifat-sifat fungsional protein dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu sifat intrinsik, faktor lingkungan dan perlakuan selama proses. Sifat intrinsik protein meliputi 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 yang dapat mempengaruhi sifat fungsional protein adalah pemanasan, pengeringan, pendinginan serta modifikasi protein.

Sifat-sifat fungsional ini sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam industri pangan seperti daya ikat air, emulsifikasi, kekentalan dan kemampuan membuat film dan gel (Kinsella, 1979). Kelarutan protein dipengaruhi oleh pH, kekuatan ion, suhu, ukuran partikel dan proses produksi (Wolf, 1970; Hermanson, 1978). Pengaruh pH didasarkan pada perbedaan muatan antara asam-asam amino penyusun protein. Pada pH isoelektrik (perbedaan muatan sama dengan nol atau kesetimbangan) protein memiliki daya tarik menarik yang paling kuat antara sesamanya. Pada pH di atas dan di bawah titik isoelektrik, protein akan mengalami perubahan muatan yang menurunnya daya tarik menarik antar molekul protein sehingga lebih mudah diurai, pH yang semakin jauh dari pH isoelektriknya, kelarutannya makin meningkat. Pemanasan dapat menyebabkan protein tidak larut (denaturasi protein).

Gel pada protein dapat terbentuk dengan dengan adanya pemanasan dan penambahan kapur. Gel adalah agregasi akibat interaksi antara polimer-polimer dan polimer-pelarut, dimana gaya tarik menarik dan tolak menolak seimbang

sehingga terbentuk matriks yang dapat menarik air dalam jumlah besar. Waktu dan suhu pemanasan pembentukan gel akan menurun dengan meningkatnya konsentrasi protein.

D. PEKTIN

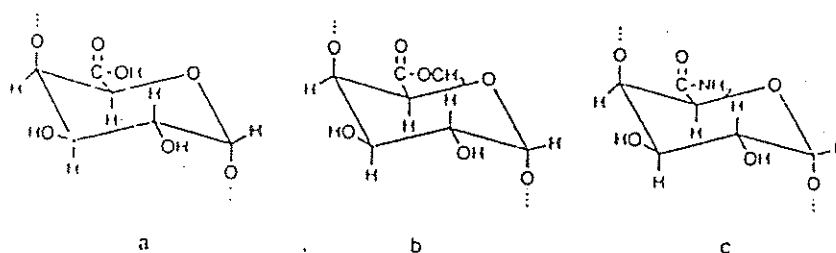
Pektin adalah polisakarida yang menyusun sepertiga bagian dinding sel tanaman (dikotil dan beberapa monokotil). Dinding sel terdiri dari 60% air dan 40% polimer. Pektin terletak pada bagian tengah lamella pada dinding sel. Pektin meningkatkan ikatan antar sel dan menguatkan dinding sel. Pektin adalah polimer yang sebagian besar terdiri dari α -(1,4) D-asam Galakturonat (Whistler, R. L. dan Daniel, J. R., 1985; Winarno, 1992). Pektin dapat dibagi menjadi:

- 1) Substansi pektik : bagian yang semuanya dari asam poligalakturonat
- 2) Protopektin : bagian yang tidak larut air, dalam bentuk ikatan hasil dari hidrolisis
- 3) Pektin : asam poligalakturonat yang teresterifikasi sebagian, biasanya menggunakan metil-ester, beberapa diesterifikasi dengan asam asetat. Dapat dibagi menjadi *low methoxy* dan *high methoxy pectins*, tergantung dari kandungan asam poligalakturonat yang teresterifikasi
- 4) Asam pektinat : semua grup karboksil dalam bentuk bebas dan tidak larut air. Garam dari asam pektinat larut air

Dari cara ekstraksinya, pektin dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu pektin yang diekstrak dengan air atau larutan garam, larutan pengkelat (chelator soluble) seperti kalsium, dan yang diekstrak dari larutan alkali atau asam panas.

Pektin komersial biasanya diekstrak dari kulit jeruk yang mengandung pektin 25% (Keller, 1983) atau apel kering (15-18% pektin) (Hang and Walter, 1989). Sifat terpenting dari pektin adalah kemampuannya untuk membentuk gel dan sebagai bahan pengental. Pektin banyak digunakan untuk membuat *jam*, *jelly*, permen dan sebagai pengawet. Gel pektin memiliki sifat kental dan elastis.

Dari derajat esterifikasinya (DE) pektin dibedakan menjadi *low methoxy* (LMP) dan *high methoxy* (HMP) *pectins*. Batas nilai DE antara HMP dan LMP adalah 40-50%. *Low methoxy pectins* adalah proses lanjutan dari HMP, yang mengalami perlakuan dengan asam, alkali atau enzim. LMP lebih stabil terhadap kelembaban dan panas karena kecenderungan terjadinya deesterifikasi pada kondisi lembab.



Gambar 1. Gugus fungsional (a) karboksil ; (b) ester ; (c) amida pada LMP

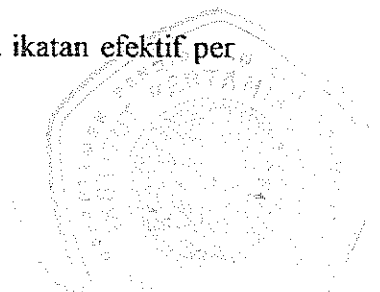
Menurut Kertesz (1951) pektin didefinisikan sebagai asam pektinat larut air yang bervariasi kandungan metil-ester dan derajat kenetralannya yang mampu

membentuk gel dengan adanya gula atau asam dan dengan kondisi yang sesuai, juga termasuk terbentuknya gel dengan adanya kalsium. Gelasi pektin tergantung dengan struktur kimia pektin, jumlah padatan terlarut, pH dan kalsium. Jika air panas didispersikan ke dalam 0.3-0.4% pektin dan didinginkan ke suhu ruang, tidak ada gel yang terbentuk. Namun jika pH diatur 2-3.5 dan dengan penambahan sukrosa 60-65% gel akan terbentuk. Pektin normal dapat membentuk gel pada konsentrasi pektin 1%, tergantung dari jenis pektinnya (Whistler, R. L. dan Daniel, J. R. , 1985).

Setting rate adalah kecepatan terbentuknya gel sejak ditambahkan bahan pembentuk gel atau pada suhu terjadinya gel (*setting temperature*). Pembentukan gel HMP bisa cepat atau lama. Kecepatan pembentukan gel menurun tiga kali lipat dengan menurunnya DE. HMP membentuk gel lebih cepat dibandingkan LMP. HMP dengan DE tinggi, suhu pembentukan gel lebih tinggi dibandingkan dengan HMP yang DE-nya lebih sedikit dengan gradien pendinginan yang sama. Dengan pendinginan waktu pembentukan gel makin cepat.

Terbentuknya gel HMP terjadi dengan adanya air, gula (65%) dan asam (pH 2.9-3.2). Tekstur gel pektin dipengaruhi dengan jumlah pektin, pH, jumlah padatan terlarut (gula) dan kalsium. Semakin banyak pektin, padatan terlarut dan konsentrasi kalsium yang makin tinggi gel yang terbentuk akan makin keras.

Setting temperature dari LMP dikontrol dengan adanya aktifitas kalsium, jumlah kalsium dan pektin dalam produk. Pembentukan gel LMP kurang dipengaruhi pH. Rigiditas gel LMP ditentukan oleh banyaknya ikatan efektif per



rantai. Semakin rendah berat molekulnya (BM), rantai galakturonatnya makin pendek, gel yang terbentuk makin lemah (Van Deventer-Schriemer dan Pilnik, 1987). Adanya gugus amida pada LMP meningkatkan kemampuan membentuk gel. *Amidated pectins* membutuhkan kalsium lebih sedikit untuk membentuk gelnnya. Pembentukan gel dalam LMP pektin tanpa penambahan gula kurang sensitif terhadap pH, pada pH yang lebih rendah kalsium yang dibutuhkan makin banyak. Gel LMP bersifat reversibel dengan suhu. Dengan makin tingginya suhu kekuatan ikatan antar bagian berkurang. Suhu transisi antara sol dan gel makin tinggi dengan meningkatnya kandungan pektin dan kalsium dan menurunnya derajat metoksilasi. Secara umum penambahan padatan terlarut akan menyebabkan peningkatan *setting temperature*, meningkatnya kekuatan gel dan berkurangnya sineresis (Christensen, 1986). Kombinasi gula dan pH dapat mengurangi kebutuhan kalsium pada pektin.

E. EDIBLE COATINGS

Konsep penggunaan *edible coatings* untuk memperpanjang masa simpan produk makanan segar dan menjaganya dari kerusakan lingkungan sudah banyak dikenal. Melapisi makanan dengan lemak, seperti lilin untuk memperlambat kekeringan produk sudah banyak dipraktekkan (Kester dan Fennema, 1986).

Edible films dan *coatings* secara umum didefinisikan sebagai lapisan tipis dan kontinu yang dibuat dari bahan yang bisa dimakan, yang digunakan di atas atau di

antara produk dengan membungkus, merendam, menyikat atau menyemprot untuk memberikan tahanan yang selektif terhadap transmisi gas dan uap air dan memberi perlindungan terhadap kerusakan mekanik (Gennadios dan Weller, 1990). Tidak ada perbedaan yang jelas antara *edible film* dan *edible coating*. Biasanya *edible coatings* langsung digunakan dan dibentuk di atas permukaan produk sedangkan film dibentuk secara terpisah (contoh : kantung tipis) baru digunakan untuk membungkus produk.

Bahan dasar pembuatan *edible coating* digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu hidrokoloid (termasuk protein dan polisakarida), lipid (asam-asam lemak, wak) dan komposit (campuran hidrokoloid dan lipid). Protein yang sering digunakan untuk membuat *edible coating* antara lain protein jagung, protein kedelai, keratin, kolagen, gelatin, kasein, protein susu, albumin telur dan protein ikan. Polisakarida yang sering digunakan antara lain selulosa dan turunannya (metil selulosa, karboksil metil selulosa, hidroksi propil metil selulosa), tepung dan turunannya, pektin, ekstrak ganggang laut (alginat, karagenan, agar), gum (gum arab, gum karaya), *xanthan*, *chitosan*, dan lain-lain.

Komponen lain yang cukup berperan adalah *plasticizer* seperti gliserol, monogliserida asetat, polietilen-glikol, sukrosa, dan lain-lain. Penambahan komponen ini diperlukan untuk mengatasi sifat rapuh film yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler ekstensif. *Plasticizer* didefinisikan sebagai substansi non volatil yang mempunyai titik didih tinggi, yang jika ditambahkan ke senyawa lain akan mengubah sifat fisik dan mekanik senyawa itu (Banker, 1966). *Plasticizer*



ditambahkan untuk mengurangi *brittle* (rapuh), meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan film terutama jika disimpan pada suhu rendah (Kester dan Fennema, 1989). *Plasticizer* dapat mengurangi kekuatan ini dan meningkatkan mobilitas dari rantai polimer dan karenanya dapat meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas film (Banker, 1966). Penambahan *plasticizer* akan menghindarkan film dari keretakan selama penanganan maupun penyimpanan yang dapat mengurangi sifat-sifat tahanan film.

Plasticizer secara umum meningkatkan permeabilitas film terhadap gas, uap air dan zat-zat terlarut (Kumins, 1965; Barker, 1966), juga dapat menurunkan elastisitas dan sifat kohesi film (Delporte, 1981), meningkatkan daya rentang, menghaluskan film dan mempertipis hasil film yang terbentuk. Gliserol adalah molekul hidrofilik yang relatif kecil dan dapat dengan mudah disisipkan di antara rantai protein dan membentuk ikatan hidrogen dengan amida (Gontard *et al.*, 1993). Ketika gliserol bergabung dengan protein ikatan antar protein akan renggang.

Gliserol diperlukan untuk sintesis lemak dalam tanaman. Proses pembentukan lemak pada tanaman terdiri dari tiga tahap yaitu pembentukan gliserol, pembentukan asam lemak, kondensasi asam lemak dengan gliserol membentuk lemak. Dalam tanaman terjadi serangkaian reaksi biokimia, fruktosa difosfat diuraikan oleh enzim aldosa menjadi dihidroksi aseton fosfat, kemudian direduksi menjadi α -gliserofosfat. Gugus fosfat dihilangkan melalui proses fosforilasi sehingga akan terbentuk molekul gliserol (Winarno, 1992).

Edible films dan *coatings* dapat terbentuk setelah penguapan pelarut, pengaturan pH, pembentukan gel atau koagulasi panas. Sifat-sifat *edible coatings* yang terbentuk sangat dipengaruhi dari bahan dasarnya. *Edible coatings* yang terbuat dari hidrokoloid memiliki sifat tahanan yang bagus terhadap gas (O₂ dan CO₂) dan lemak, meningkatkan kekuatan fisik, tetapi karena sifatnya yang hidrofilik ketahanan terhadap uap air sangat rendah. *Edible coatings* dari lipid adalah tahanan yang baik terhadap uap air, dapat menambah kilap, dapat mengurangi abrasi tapi tidak tahan lama. Adanya komponen hidrofilik (polisakarida) dan *plasticizer* akan meningkatkan penyerapan uap air sehingga strukturnya mengembang dan mengubah film (Greener dan Fennema, 1989).

Penggunaan *edible coatings* terus mengalami peningkatan karena memiliki keuntungan sifat dibanding bahan kemas tradisional lainnya. Selain dapat meningkatkan daya simpan bahan pangan, *edible coatings* dapat meningkatkan nilai gizi bahan pangan tadi dan memperbaiki penampakannya. *Edible coatings* juga dapat digunakan sebagai pembawa zat aditif seperti anti mikroba dan anti oksidan.

Cara aplikasi *edible coating* dapat dengan pencelupan, *foam applicator*, penyemprotan dan *dripping*. Cara aplikasi ini tergantung dari banyak, besar, sifat produk serta *edible coating* jadi yang diinginkan. Biasanya pencelupan digunakan untuk jumlah produk sedikit.



III. BAHAN DAN METODE

A. BAHAN DAN ALAT

1. Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah isolat protein kedelai yang diperoleh dari PT United Chemical, Jakarta. Tabel 3 memperlihatkan komposisi isolat protein kedelai yang digunakan. *Low methoxy pectins* (GENU pectin type LMP-104 AS-BG) yang berasal dari Denmark, diperoleh dari PT Halim Sakti, Jakarta.

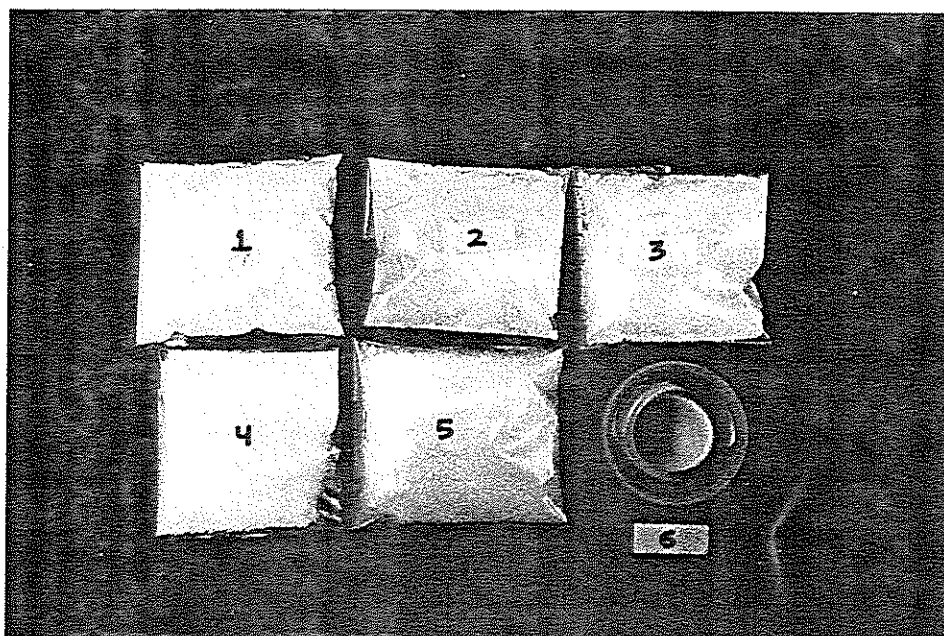
Tabel 3. Komposisi kimia isolat protein kedelai^{a)}

Komponen	% (w/w)
Protein	98.65
Lemak	0.36
Kadar air	10.30
Serat kasar	0.33
Kadar abu	3.65

^{a)} berdasarkan % berat kering

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan *edible coatings* meliputi gliserol, NaHCO₃ (soda kue), asam sitrat dan air destilata. Untuk analisis kadar protein dibutuhkan bahan-bahan kimia, yaitu H₂SO₄ pekat, HgO, K₂SO₄,

NaOH- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, dan HCl. Bahan-bahan lainnya adalah kasa nilon, kantong plastik bening dan aluminium foil. Untuk aplikasi digunakan buah mangga, asam askorbat dan *tray styrofoam*.



Keterangan gambar:

1: isolat protein kedelai

2: *low methoxy pectins*

3: CaCl_2

4 : NaHCO_3

5: asam sitrat

6: gliserol

Gambar 2. Bahan-bahan yang digunakan dalam *edible coating*

2. Alat

Alat-alat yang digunakan adalah *hot plate stirrer*, neraca analitik Chyo JP-160, Beckman-40 pH meter, pengukur ketebalan *micro-cal* Messmer, *Tekstur analyzer*, *Aw meter*, Spektrofotometer infra merah, oven, termometer, pipet mohr, pipet tetes, sudip, pengaduk, bingkai *flexiglass*, *refrigerator*, Labu Kjeldahl, dan

alat-alat gelas untuk analisis. Untuk aplikasi ditambah dengan pisau dan Chromameter Minolta CR 200.

B. METODE PENELITIAN

1. Persiapan Sampel

Isolat protein kedelai dalam plastik berseal disimpan dalam *refrigerator*.

Sebelum digunakan isolat tadi dikeluarkan dan dikondisikan dalam suhu ruang.

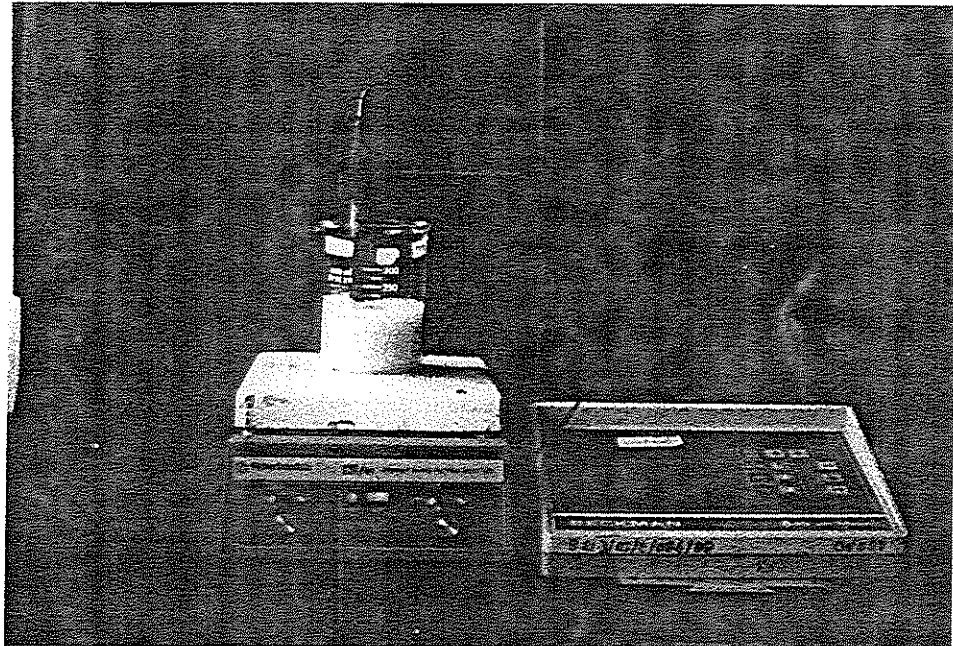
2. Pembuatan Larutan *Edible Coatings*

Edible coating dibuat dari larutan yang terdiri atas isolat protein kedelai, *low methoxy pectins*, dan gliserol sebagai *plasticizer* dan aquades sebagai pelarutnya. Untuk mencapai pH sebesar 6 digunakan larutan NaHCO_3 (0.5%) dan asam sitrat (0.5%). Dari hasil penelitian pendahuluan didapatkan konsentrasi LMP (1%) cukup untuk membuat gel yang kuat dan tidak tebal. Karena sifat gel yang kurang kaku, gliserol yang ditambahkan cukup 2% untuk meningkatkan keelastisan gel dan mempermudah gel untuk dianalisa.

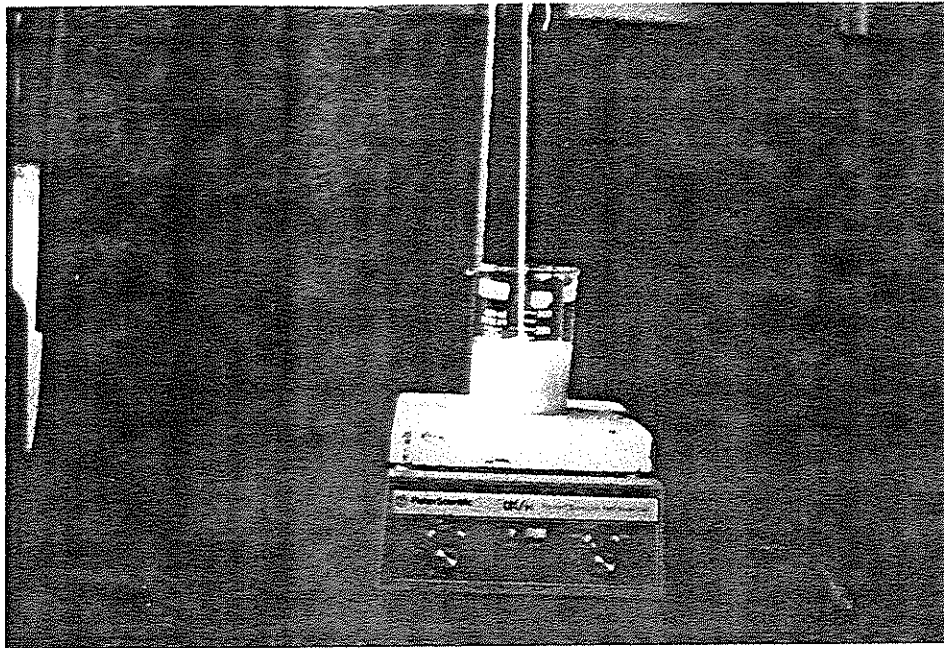
Pertama-tama dibuat larutan isolat protein dengan menambahkan isolat sedikit demi sedikit dalam aquades diaduk dengan pengaduk magnetik. Setelah homogen ditambahkan *low methoxy pectins* dan setelah larut ditambah gliserol 2% (v/v). Konsentrasi isolat protein kedelai yang digunakan adalah 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, dan 1% (b/v). *Low methoxy pectins* yang digunakan 1%

(b/v). Setelah larutan homogen diukur pHnya dan diatur sampai pH 6, dengan larutan sodium bikarbonat dan asam sitrat (Gambar 3).

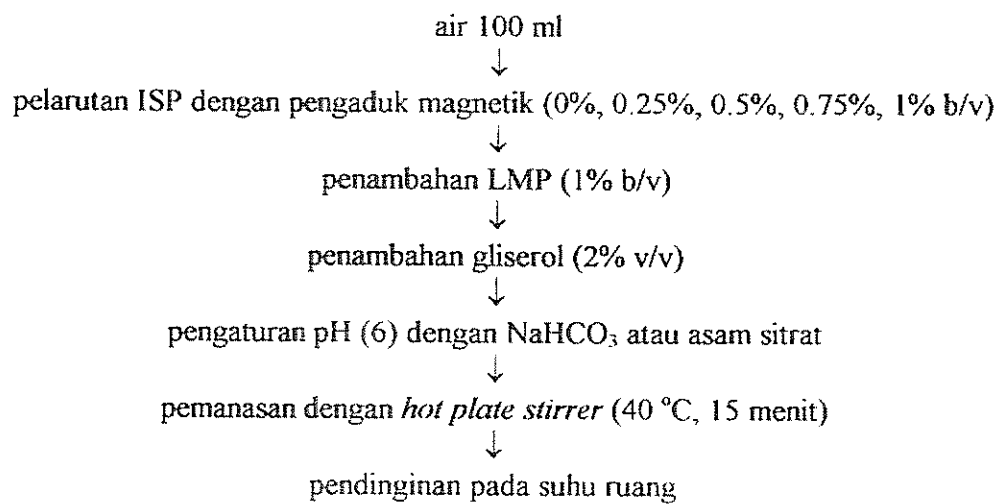
Kemudian larutan tadi dipanaskan (40°C) sambil diaduk dengan *hot plate stirrer* selama 15 menit (Gambar 4). Lalu larutan tadi didinginkan dalam suhu kamar. Diagram pembuatan larutan *edible coating* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3. Pengaturan pH larutan



Gambar 4. Pemanasan dan pengadukan larutan *edible coating*

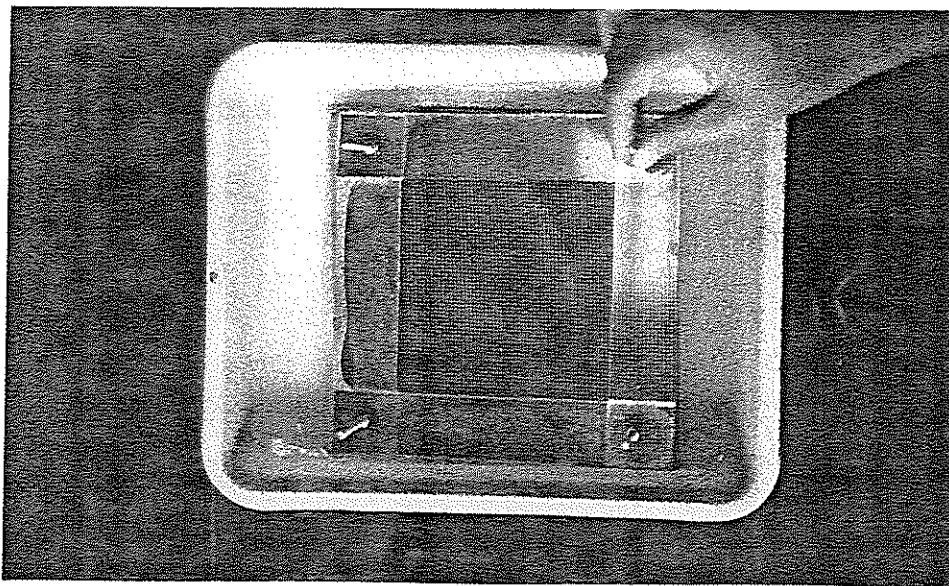


Gambar 5. Diagram alir proses pembuatan larutan *edible coating*

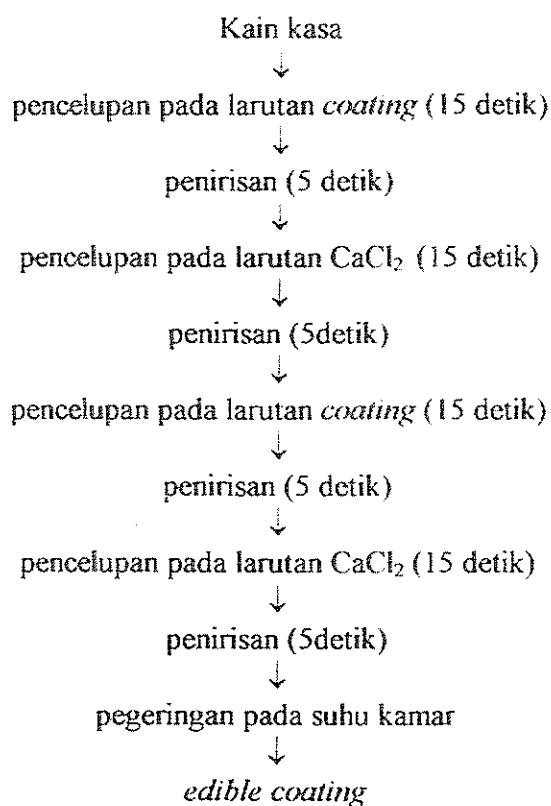


3. Pembuatan *Edible Coating*

Edible coating dibuat dengan larutan *edible coating* dan larutan CaCl_2 (0.5%). Metoda pencelupan digunakan dua kali pada masing-masing larutan selama 15 detik (Gambar 6). Model yang digunakan kasa nilon (sebagai coating support) yang dipasang pada bingkai *flexyglass*. Diagram pembuatan *edible coating* dapat dilihat pada Gambar 7.



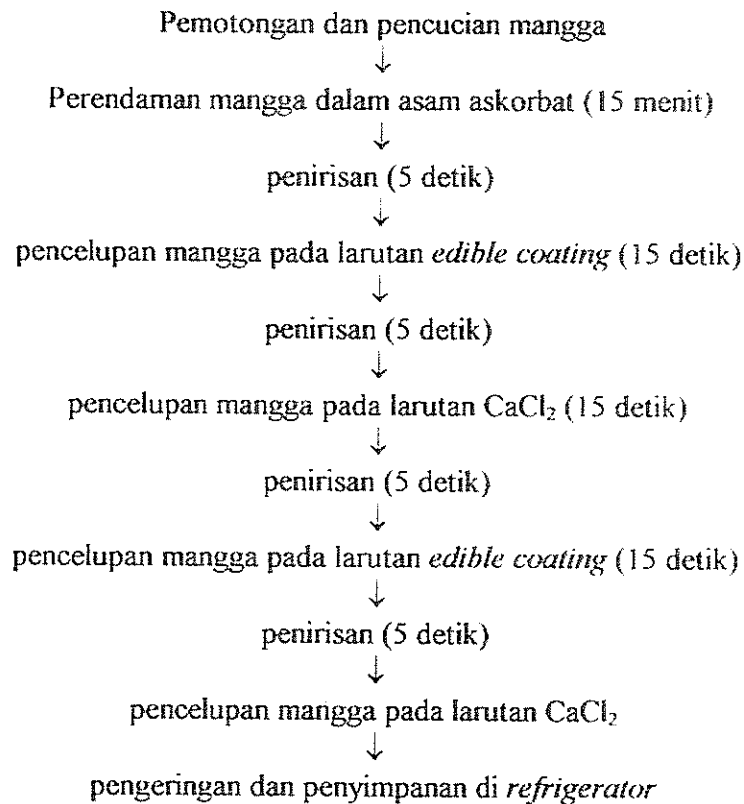
Gambar 6. Cara pencelupan (dipping) kasa nilon dalam larutan *edible coating*



Gambar 7. Diagram alir pembuatan *edible coatings*

4. Aplikasi pada Mangga

Sebelum *dicoating*, mangga dikupas dan dipotong-potong (menjadi 10 potong) lalu direndam dalam larutan asam askorbat (1% b/v). Satu liter asam askorbat digunakan untuk merendam \pm 500 g mangga. Diagram alir *pengcoatingan* mangga dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir aplikasi mangga dengan *edible coating*

C. RANCANGAN PERCOBAAN

Rancangan percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap faktor tunggal dengan dua kali ulangan. Faktor yang diteliti adalah konsentrasi isolat protein kedelai dengan lima taraf, yaitu 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1%. Model rancangannya adalah:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \sum_{ij},$$

$i = 1, 2, 3, 4, 5$ (banyaknya perlakuan),

$j = 1, 2$ (banyaknya ulangan percobaan).

Keterangan :

Y_{ij} = nilai pengamatan dari perlakuan ke- i pada ulangan percobaan ke- j ,

μ = rata-rata umum pengamatan,

A_i = pengaruh aditif dari perlakuan ke- i ,

Σ_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke- i pada ulangan percobaan ke- j .

D. PROSEDUR ANALISIS

1. Kadar Air (AOAC, 1984)

Cawan kosong dikeringkan dalam oven dan didinginkan dalam eksikator, kemudian ditimbang. Sejumlah sampel ditimbang dalam cawan. Cawan dimasukkan dalam oven bersuhu 105°C selama 6 jam. Cawan dan sampel didinginkan dalam desikator dan ditimbang setelah dingin. Cawan dan sampel dimasukkan kembali ke dalam oven, dikeringkan lagi sampai diperoleh berat yang tetap. Kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{kehilangan berat (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

2. Kadar Protein Metode Mikro Kjeldahl (AOAC, 1984)

Sejumlah kecil sampel, 1.9 ± 0.1 g K_2SO_4 , 40 ± 10 mg HgO, 2 ± 0.1 ml H_2SO_4 pekat dan beberapa butir batu didih dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian labu Kjeldahl dipanaskan sampai cairan menjadi jernih. Setelah itu

ditambah sejumlah air destilata dan didinginkan. Isi labu dipindahkan ke alat destilasi.

Erlenmeyer yang berisi 5 ml larutan asam borat jenuh dengan 2 sampai 4 tetes indikator (campuran 2 bagian merah metil 0.2% dalam alkohol dan 1 bagian biru metil 0.2% dalam alkohol) diletakkan di bawah kondensor dengan ujung kondensor terendam di bawah larutan asam borat.

Destilasi dilakukan dengan menambahkan 8 sampai 10 ml NaOH- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ke dalam alat destilasi. Setelah tertampung kira-kira 15 ml destilat tabung kondensor dibilas.

Destilat diencerkan sampai kira-kira 50 ml dan dititrisi dengan HCl 0.02 N sampai menjadi terjadi perubahan warna menjadi abu-abu.

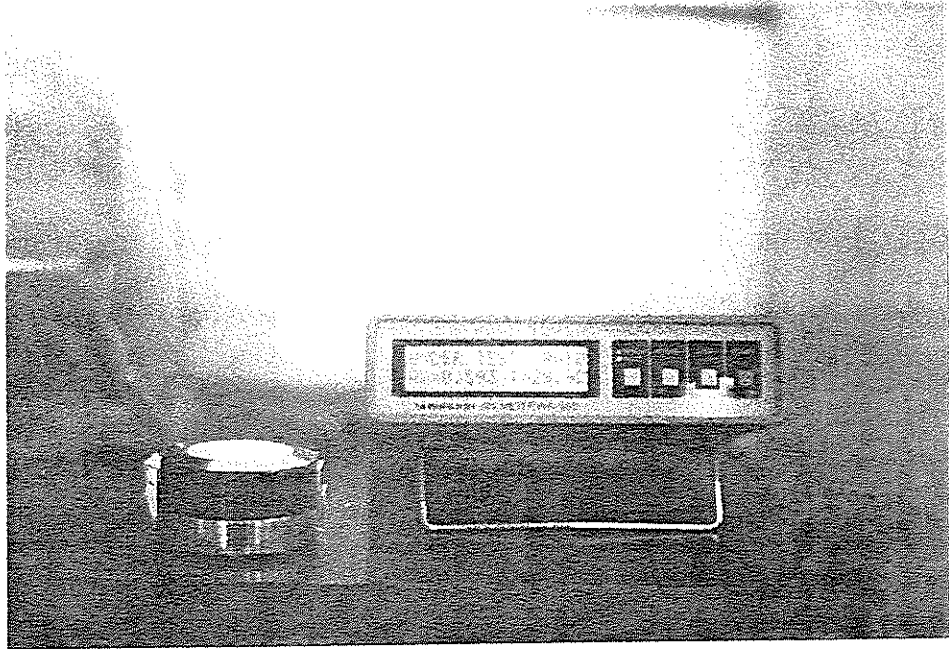
Kadar protein dihitung dengan rumus:

$$\%N = \frac{(\text{ml HCl sampel} - \text{ml blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14.007 \times 100}{\text{mg sampel}}$$

$$\%Protein = \%N \times \text{faktor koreksi (untuk kedelai 5.71)}.$$

3. Ketebalan *Coatings*

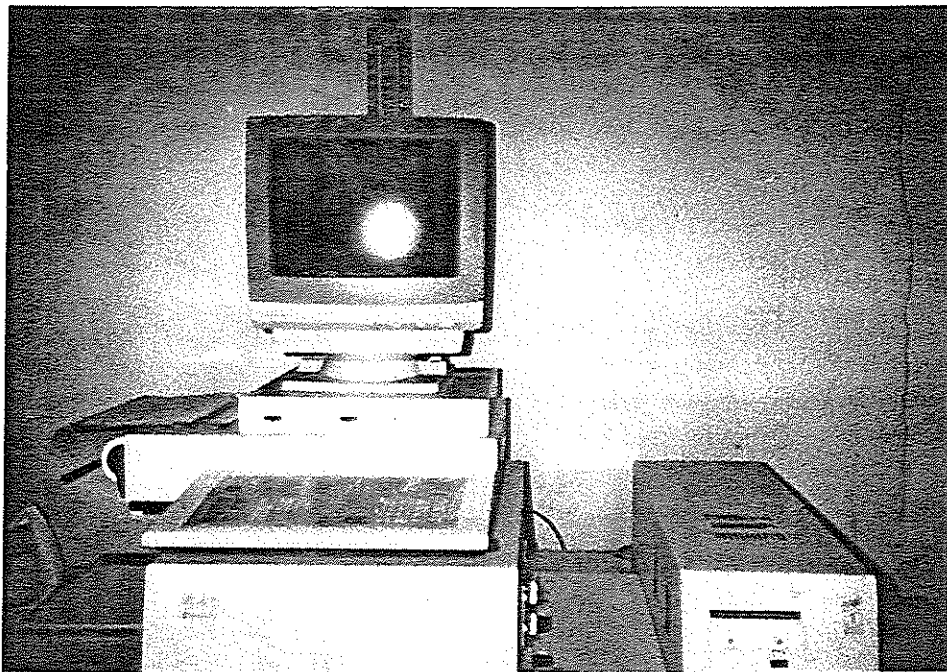
Edible coating yang dihasilkan dipeeling dan diukur ketebalannya dengan menggunakan pengukur ketebalan micro-cal Messmer (Gambar 9) dengan ketelitian 0.0001 mm pada lima tempat yang berbeda. Kemudian diambil rata-rata dari lima pengukuran ketebalan film.



Gambar 10. Alat Shibaura a., meter WA-360

5. Analisis Gugus Fungsional (Spektrofotometer Infra Merah)

Alat yang digunakan spektrofotometer Infra-red IR-470 (Gambar 11). Sampel yang digunakan dalam bentuk lembaran tipis dan bening/jernih. Ukuran sampel $3 \times 1 \text{ cm}^2$. *Edible coating* yang sudah *dipeeling* sesuai ukuran diletakkan di atas *plate* KBr lalu kencangkan sekrup *plate*. Sampel di letakkan pada sensor selama ± 5 menit. Secara otomatis sensor akan membaca dan direkam dalam kertas grafik berupa peak-peak. Sebelum digunakan alat ini dipanaskan 30 menit.



Gambar 11. *Infra-red spectrophotometer IR-470*

6. Pengukuran Kekuatan Gel dan Rigiditas

Alat yang digunakan Steven-LFRA *Texture Analiser*. *Edible coating* yang sudah dipeeling diletakkan di atas tabung kecil (digunakan sebagai penutup) dengan diameter dalam 2.9 cm dan diameter luar 3.1 cm dan tinggi 2 cm dan diberi perekat supaya menempel. Sebuah beban akan menekan *edible coating* tadi dengan kecepatan 1 mm/detik dan kedalaman tekanan 0.5 cm. Gambar 12 menunjukkan grafik hasil pengukuran dengan *texture analiser* dan Gambar 13 adalah alat yang digunakan (Steven -LFRA *Texture Analiser*).

Kekuatan gel dihitung menggunakan rumus :

$$KG = h \times k$$

dimana : KG = kekuatan gel

h = tinggi peak (cm)

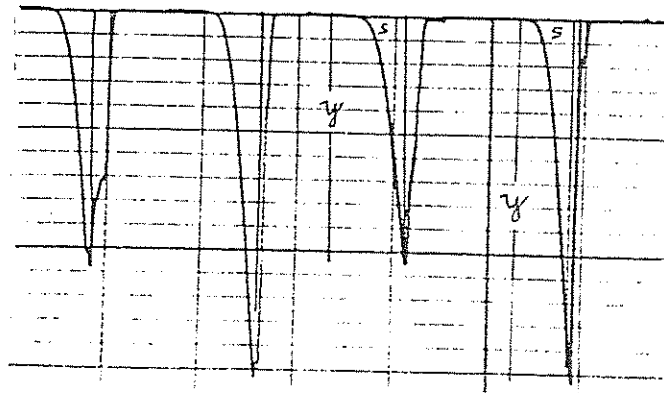
k = konstansta standarisasi (40 g/cm)

Rigiditas dihitung dengan menggunakan rumus :

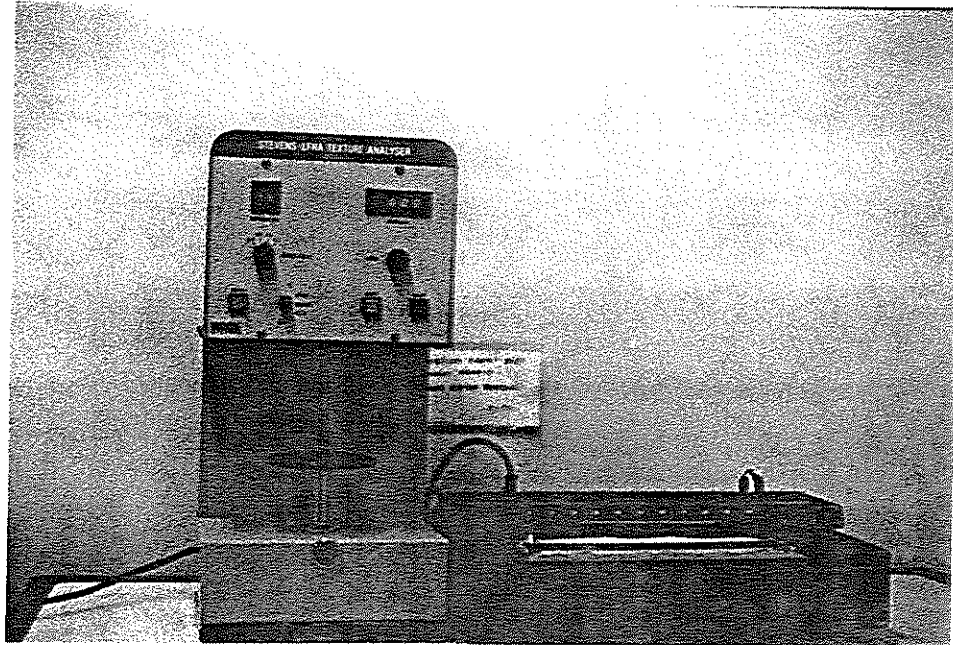
$$R = KG / s$$

dimana : R = rigiditas (gram/cm)

s = jarak puncak *peak* dari titik awal grafik (cm)



Gambar 12. Gambar grafik hasil pengukuran *texture analyser*



Gambar 13. Steven-LFRA *texture analyser*

7. Laju Transmisi Uap Air (Water Vapor Transmission Rate/WVTR)

Laju transmisi uap air terhadap *edible coating* diukur berdasarkan metoda cawan basah. Cawan yang digunakan memiliki ketebalan 0.5 cm, diameter luar 5.5 cm, diameter dalam 5 cm dan tinggi 3 cm. Sebelum diukur sampel dikondisikan dulu pada *refrigerator* selama 24 jam. *Edible coating* ditutupkan ke atas cawan yang berisi air dan kapas (agar air tidak mudah tumpah), lalu direkatkan dengan penutupnya (berlubang). Dan disimpan dalam *refrigerator*. RH 45 ± 3 dan suhu 13 ± 2 °C.

Cawan ditimbang dengan ketelitian 0.0001 g tiap 3 jam sekali, dengan *Chyco Electronic Balance* (JP-160). Selanjutnya dibuat grafik hubungan antara penurunan berat (mg) dan waktu (jam).

Nilai WVTR dihitung dengan rumus :

$$WVTR = (240 \times m) / (s \times t) = 22.64 \times m / t \text{ (g / m}^2 \text{ / 24jam)}$$

m = pertambahan berat, dalam satuan miligram dalam waktu t jam

t = waktu dalam satuan jam antara dua penimbangan terakhir

s = luas permukaan dari uji coba, dalam satuan cm^2 , dalam hal ini luas efektif lubang cawan (adanya kasa nilon) adalah 10.6 cm^2 .

8. Laju Transmisi Oksigen dan Karbon Dioksida Metode Manometer (BS, 1979)

Laju transmisi oksigen dan karbon dioksida terhadap *edible coating* diukur dengan *Gass Transmission rate tester* Speedivac 2 (Gambar 14, dan bagian-bagiannya dapat dilihat pada Gambar 15).

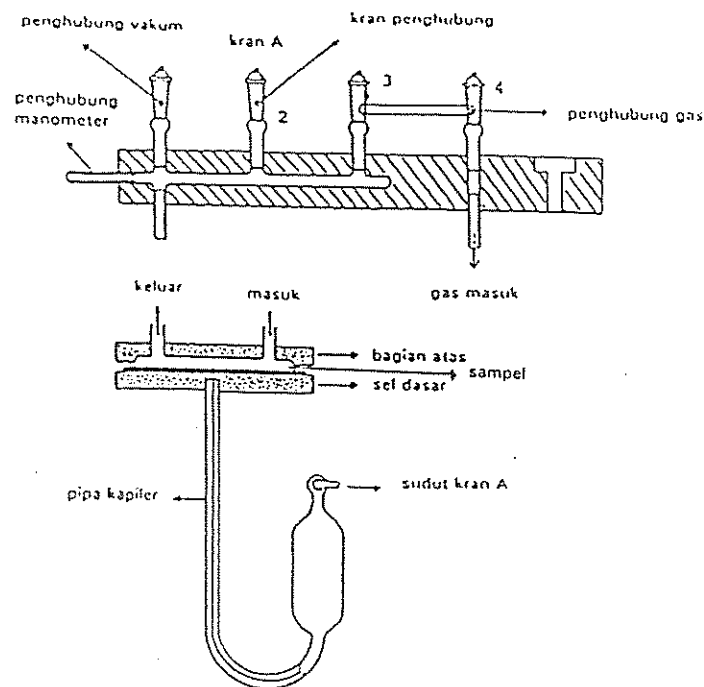


Gambar 14. *Gass transmission rate tester* Speedivac 2



Sebelum diukur, *edible coating* dikondisikan dalam ruangan bersuhu 25°C, RH 50% selama 24 jam. *Edible coating* yang akan diuji dipotong dengan diameter 105-108 mm. *Edible coating* harus bebas dari kerusakan atau cacat.

Contoh ditempatkan pada dasar sel, ditutup dan sekrup dikencangkan. Ujung alat pengukur dimiringkan ke kiri maka tetesan merkuri pada dasar tabung pengukur akan menuju pipa kapiler. Kran-kran ditutup, kran A dan 4 dibuka, serta pompa vakum dihidupkan.



Gambar 15. Bagian-bagian *gass transmission rate tester*

Tabung tekanan compensation dan tabung pengukur dikosongkan serta divakumkan sesempurna mungkin kira-kira lima menit untuk mengurangi gas yang terabsorpsi dan teradsorpsi. Pemompaan dilanjutkan sampai tekanan dalam ruang 2 kurang dari 0.2 mmHg (27 Pa). Kran 4 ditutup dan pompa vakum jangan dimatikan.

Alat pengukur dikembalikan pada posisi tegak lurus. Udara dimasukkan perlahan-lahan pada distributor dengan cara membuka kran 3 sampai benang merkuri menuju kapiler pada skala nol dan kran A ditutup.

Gas uji dimasukkan melalui sel penutup dan aliran diatur. Benang merkuri akan turun dimana lajunya tergantung kepada permeabilitas film yang diuji. Selanjutnya dibuat grafik antara tinggi merkuri (h) dalam cm terhadap waktu (t) dalam jam.

Laju transmisi gas (G) pada tekanan 1 atm dihitung dengan rumus :

$$G = 24 \times \frac{T_0}{T} \times \frac{1}{P_0} \times \frac{10^4}{A} \times \frac{V + 2ah}{H - cH} \times c \frac{dh}{dt}$$

dimana :

$$T_0 = 273 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$G = \text{laju transmisi gas (cm}^3\text{/m}^2\text{/jam)}$$

$$T = \text{suhu pengujian (}^\circ\text{K)}$$

$$P_0 = \text{tekanan atmosfer normal (1 atm)}$$

$$A = \text{luas permukaan edible coating uji (cm}^2\text{)}$$

$$V = \text{volume awal ruang 2 (cm}^3\text{)}$$

$$a = \text{penampang melintang tabung kapiler (cm}^2\text{)}$$

- h = tinggi merkuri dalam kapiler dibaca pada waktu mulai (cm)
 H = tinggi kolom merkuri dihubungkan dengan tekanan atmosfer (cm)
 c = faktor koreksi (1)
 dh/dt = slope dari kurva pada titik t (cm/jam)

9. Perubahan Warna Buah Mangga

Mangga yang sudah *dicoating* disimpan dalam *refrigerator* selama satu minggu. Tiap dua hari sekali ditimbang (dihitung perubahan beratnya), diamati secara visual dan diukur warnanya dengan kromameter (Minolta CR-200) dengan standar warna kuning dengan sistem notasi warna Hunter (nilai L, a dan b). Tiap sampel diukur sebanyak dua kali dan hasilnya dirata-ratakan dan diukur perubahannya. Untuk perubahan berat dibuat grafik hubungan perubahan berat dan lama penyimpanan untuk mengetahui kecepatan kehilangan air tiap hari.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PEMBUATAN *EDIBLE COATINGS*

Sifat *edible coatings* yang dihasilkan sangat dipengaruhi dari jenis dan sifat bahan yang digunakan. Dalam pembuatan *edible coating* ini air yang digunakan sebagai pelarut adalah air destilata. Hal ini ditujukan untuk menghilangkan kemungkinan adanya kotoran, logam atau zat terlarut lain yang dapat mengganggu pembentukan *edible coating*. Bahan yang digunakan adalah *low methoxy pectins*, karena sifatnya yang mudah membentuk gel dengan ion kalsium tanpa penambahan bahan lain (gula) yang dapat mempengaruhi rasa *edible coating* yang dihasilkan. *Edible coating* yang diinginkan adalah yang berasa netral, dapat memperbaiki penampakan dan mudah dibuat. Mekanisme pembentukan *edible coating* ini adalah pembentukan gel dari ikatan antara *low methoxy pectins* (LMP) dan ion kalsium (CaCl_2).

LMP merupakan polisakarida yang bersifat hidropilik, sehingga *edible coating* yang dihasilkan memiliki permeabilitas uap air yang besar sehingga dalam formulasinya ditambahkan isolat protein kedelai (ISP). Selain itu dengan penambahan diharapkan dapat meningkatkan kandungan gizi *edible coating* (tingginya kadar protein).

Konsentrasi LMP berpengaruh pada kekuatan gel *edible coating*. Konsentrasi LMP dibawah 1% (0.5% b/v) akan menghasilkan gel yang kurang kuat dan kurang

tebal sehingga tidak bisa *dipeeling*. Semakin besar konsentrasi LMP gel yang dihasilkan akan makin tebal sehingga jika diaplikasikan *edible coating* akan terlihat jelas dan dapat dirasakan. Konsentrasi LMP 1.5 % dan 2% menghasilkan *edible coating* yang kuat tapi tebal. Konsentrasi LMP 1 % dapat menghasilkan gel yang cukup kuat dan dapat *dipeeling*.

Konsentrasi ISP yang ditambahkan adalah 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, dan 1% (b/v). Hal ini dikarenakan kurang stabilnya campuran LMP dan ISP sehingga jika larutan tadi dibiarkan agak lama sebagian ISP yang terlarut akan mengendap, tetapi jika diaduk akan larut lagi. Kurang stabilnya ISP mungkin juga disebabkan daya kelarutan protein yang kurang tinggi dan berat molekul protein yang lebih tinggi dibanding LMP. Semakin banyak ISP yang ditambahkan campuran semakin kurang stabil.

Pada umumnya bentuk sekunder dan tersier protein dimantapkan oleh berbagai ikatan, yaitu interaksi elektrostatik, ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, interaksi hidrofilik dan ikatan disulfida (Winarno, 1991). Ikatan hidrogen yang terdapat pada rantai protein akan menyebabkan sifat kohesif yang tinggi dan sifat fleksibilitas yang rendah dari rantai protein. Sehingga tanpa penambahan gliserol *edible coating* yang dihasilkan akan rapuh dan sulit penanganannya. *Plasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini adalah gliserol yang memiliki rumus molekul $C_3H_8O_3$ dengan berat molekul 92.10 dan massa jenis 1.23 g/cm^3 . Masuknya gliserol dalam struktur protein akan mengurangi interaksi dan kedekatan antar rantai protein sehingga pergerakannya menjadi lebih baik dan *edible coating* yang

dihasilkan lebih fleksibel dan tidak rapuh. Gliserol yang ditambahkan 2%(v/v) karena *edible coating* yang dihasilkan dari campuran LMP dan ISP kurang rapuh karena sifat gelasi dari LMP. Jika *edible coating* tidak ditambah gliserol, *edible coating* yang dihasilkan akan kaku dan kurang fleksibel. Penambahan gliserol yang makin tinggi akan menyebabkan interaksi antar rantai protein kedelai menurun dan mengurangi kekuatan *edible coating*, *edible coating* yang dihasilkan akan lembek dan basah. Selain itu penambahan gliserol dapat meningkatkan permeabilitas uap air karena sifatnya yang hidrofilik, padahal LMP dan ISP juga bersifat hidrofil sehingga *edible coating* yang dihasilkan akan semakin permeabel terhadap uap air.

Pada proses pelarutannya ISP dilarutkan dulu sedikit demi sedikit menggunakan pengaduk magnetik. Jika ISP dilarutkan secara sekaligus akan menggumpal dan susah larutnya sehingga kurang homogen. Setelah ISP larut sempurna ditambahkan LMP. LMP lebih mudah larut jika ditambahkan sedikit demi sedikit, tetapi penambahan pektin yang sekaligus juga dapat melarutkan semua pektin hanya waktu yang dibutuhkan lebih lama. Kemudian gliserol ditambahkan dan pH diatur menjadi 6 ± 0.1 . Pengaturan pH pada satu titik ini untuk dapat membandingkan sifat-sifat *edible coating* yang dihasilkan. Karena bahan dasar LMP yang bersifat asam ($\text{pH} \pm 3-4$) dan ISP ($\text{pH} \pm 6-7$) akan menghasilkan pH larutan yang berbeda tergantung dari jumlah bahannya. Selain itu sifat *edible coating* juga sangat dipengaruhi pH. Nilai pH yang dipilih 6 karena sifat protein yang sensitif terhadap perubahan pH dan LMP yang berkurang kemampuannya untuk membentuk gel pada pH di atas 6. Pengaturan pH dilakukan

dengan penambahan asam sitrat (0.5%) untuk menurunkan pH dan NaHCO_3 (0.5 M) untuk menaikkan pH. Digunakannya asam sitrat dan NaHCO_3 karena sifat asam/basa larutan tadi yang kurang kuat. Pengaturan pH dengan basa/asam kuat (NaOH atau HCl) akan merusak struktur protein atau LMP sehingga dapat membentuk gel atau mengendap.

Pemanasan 40°C selama 15 menit dengan *hot plate stirrer* digunakan untuk meningkatkan interaksi antara LMP, ISP dan gliserol sehingga terbentuk ikatan kompleks yang sempurna. Sifat alami polisakarida (Tolstoguzov *et al.*, 1975b, 1981 a, b) seperti, berat molekul, derajat esterifikasi pektin, sifat asam atau netral dan rasio polisakarida terhadap protein (Noguchi, 1960; Thompson dan McKernan, 1961) dan suhu (Gurov *et al.*, 1978) mempengaruhi interaksi dan jenis kompleks yang terbentuk. Pada suhu 40°C , pektin dengan berat molekul rendah berinteraksi dengan gelatin secara sempurna (Samant *et al.*, 1993). Selain itu pemanasan dapat digunakan untuk menguapkan sebagian air (pelarut) sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan lebih sedikit.

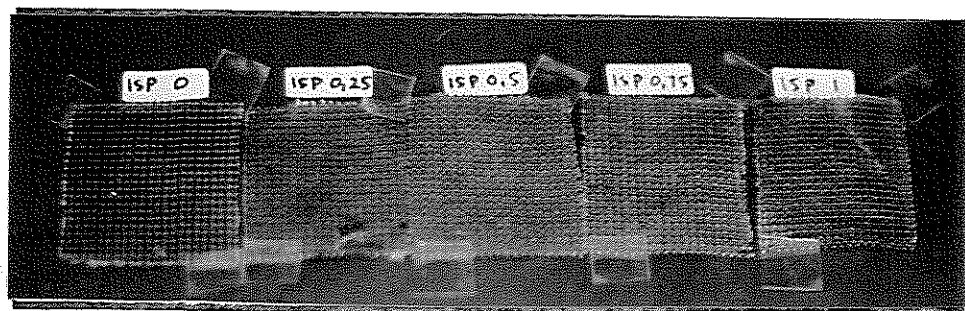
Tahap selanjutnya adalah pendinginan larutan pada suhu ruang. Hal ini dilakukan karena aplikasi *edible coating* biasanya untuk buah/sayur segar, dimana penanganannya pada suhu dingin karena panas larutan akan merusak produk.

Larutan CaCl_2 yang digunakan 0.5 % (b/v). Semakin tinggi konsentrasi CaCl_2 gel yang dihasilkan akan semakin keras. Pada pH yang rendah ion kalsium yang dibutuhkan untuk pembentukan gel makin banyak.

Cara *pengcoatingan* dilakukan dengan mencelup kain kasa nilon sebagai model untuk memudahkan pengukuran sifat-sifatnya. Waktu yang dibutuhkan 15 detik tiap pencelupan formula. Jika waktu terlalu cepat kasa nilon tidak dapat menyerap larutan *edible coating*, jika waktu terlalu lama gaya tarik menarik antar gel akan lebih besar dibanding gel dengan kasa sehingga gel yang terbentuk akan lepas dan tidak menempel pada kasa (gaya kohesi lebih besar dari gaya adhesi). Pencelupan dilakukan bergantian antar larutan *edible coating* dan larutan CaCl_2 sehingga terjadi ikatan antara LMP dan ion kalsium dan terbentuk gel. Pencelupan ini dilakukan dua kali pada masing-masing larutan karena dengan sekali pencelupan belum semua kasa nilon terselimuti *edible coating* dan *edible coating* yang dihasilkan tipis dan rapuh. Pencelupan dilakukan hanya pada satu bagian permukaan kasa karena kalau diaplikasikan juga hanya permukaan produk yang *tercoating*. Pencelupan ini dilakukan dengan tangan. Larutan *edible coating* dituang ke piring/piring plastik. Dan pengeringan dilakukan pada suhu kamar selama ± 12 jam.

Setelah kering *edible coating* diletakkan di atas lembaran aluminium foil dan dimasukkan dalam plastik bening berseal, lalu disimpan dalam *refrigerator*. Tujuan perlakuan ini untuk menjaga kualitas *edible coating* dan mencegah *edible coating* menyerap uap air atau zat-zat lain yang dapat mempengaruhi sifat fisik *edible coating* pada saat dianalisa.

Dari hasil penampakan *edible coating* yang dihasilkan akan semakin keruh dengan semakin tingginya konsentrasi protein yang ditambahkan. Penampakan *edible coating* dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Penampakan *edible coating* pada kasa nilon

B. PENGARUH PENAMBAHAN ISOLAT PROTEIN KEDELAI TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK *EDIBLE COATINGS* DARI *LOW METHOXY PECTINS*

I. Kadar Air dan Kadar Protein *Edible Coating*

Karena pengeringan *edible coating* yang hanya pada suhu kamar, maka *edible coating* yang dihasilkan masih banyak kandungan airnya. Kadar air dalam persentase berat kering bervariasi dari 109.99 % sampai 130.41 %, dalam persentase berat basah 52.35 % sampai 57.10 %. Hasil analisis kadar air *edible coating* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran I.

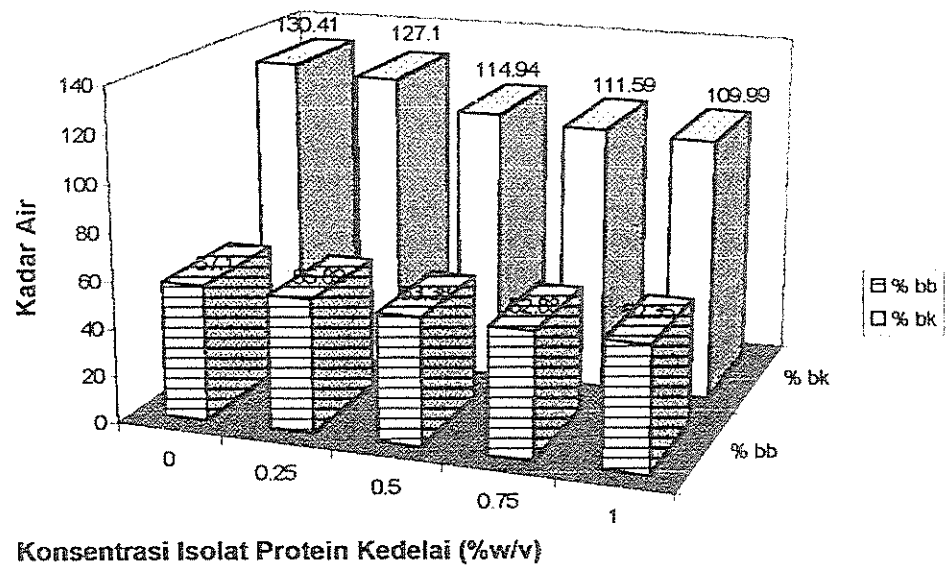
Menurut derajat keterikatan air, air terikat dibagi menjadi empat tipe. Tipe I adalah molekul air yang terikat pada molekul lain melalui suatu ikatan

hidrogen berenergi besar. Air tipe ini tidak dapat membeku pada proses pembekuan tetapi sebagian air ini dapat dihilangkan dengan pengeringan biasa. Tipe II yaitu molekul air yang membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air lain. Air jenis ini lebih sukar dihilangkan dan penghilangannya akan menyebabkan menurunnya a_w . Tipe III adalah air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan seperti membran, kapiler, serat dan lain-lain. Air ini sering disebut air bebas dan mudah diuapkan. Tipe IV adalah air yang tidak terikat dalam jaringan suatu bahan atau air murni dengan sifat-sifat air biasa dan keaktifan penuh (Winarno, 1992).

Kadar air biasanya menghilangkan semua air tipe III dan sebagian tipe I dan II. Dari hasil terlihat bahwa dengan penambahan ISP kadar air *edible coating* makin kecil. Semakin tinggi konsentrasi ISP yang ditambahkan kadar airnya makin kecil. Hal ini disebabkan karena sifat protein yang mengikat air. Sifat fungsional protein ini dipengaruhi oleh suhu, pH dan kekuatan ion, tetapi karena dalam pembuatan *edible coating* ini semua bahan dan pH yang digunakan sama kecuali konsentrasi ISP sehingga faktor tadi bisa diabaikan. Kadar air *edible coating* dapat dilihat pada Gambar 17.

Analisis ragam terhadap kadar air *edible coating* pada Lampiran 2a menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ISP berpengaruh nyata terhadap kadar air yang dihasilkan. Uji lanjutan terhadap kadar air *edible coating* menggunakan uji wilayah berganda Duncan pada Lampiran 2b memberikan hasil bahwa pada tingkat nyata 5% terdapat perbedaan secara statistik antar

perlakuan penambahan ISP. Hal ini menunjukkan penambahan ISP akan menurunkan kadar air *edible coating*, semakin banyak ISP yang ditambahkan makin kecil kadar airnya. Kadar air antara protein dengan konsentrasi 0% dan 0.25% berbeda dari 0.5%, 0.75% dan 1%.

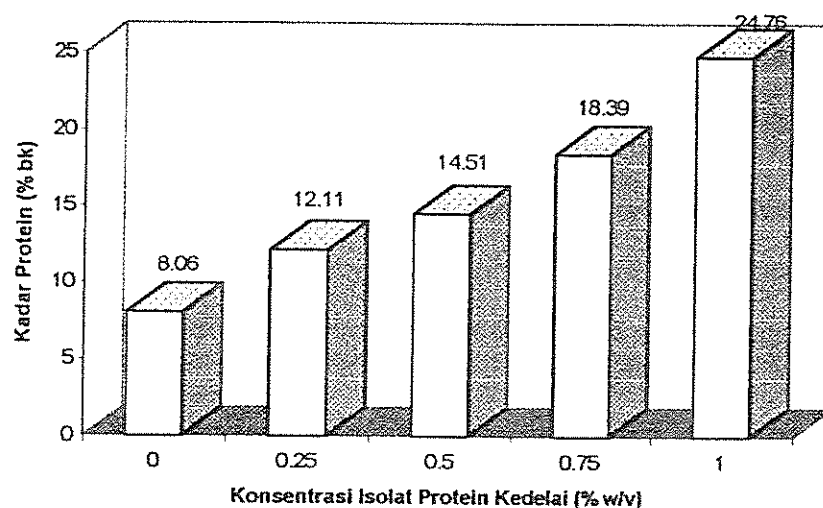


Gambar 17. Histogram hubungan penambahan ISP dengan kadar air *edible coating*

Kadar protein dalam persentase berat kering *edible coating* yang dihasilkan bervariasi antara 8.06% sampai 24.76% (Gambar 18). Hasil kadar protein secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3. Dari hasil didapatkan kadar protein yang semakin tinggi dengan konsentrasi ISP yang makin tinggi. Ini berarti ISP yang ditambahkan masih bereaksi dengan LMP, belum dicapai

kejenuhan. Sehingga LMP masih bisa berikatan dengan ISP. Pada konsentrasi ISP 0%, kadar proteinnya 8.06%, kadar protein ini berarti kandungan protein LMP. Analisa protein yang dilakukan adalah mikro-kjeldahl yang merupakan penetapan kadar protein secara kasar karena yang dihitung adalah jumlah nitrogen, yang nantinya dikonversi untuk menentukan protein. *Low methoxy pectins* mengandung gugus amida (NH_2), sehingga nitrogen dari gugus ini teranalisa.

Analisa ragam terhadap kadar protein *edible coating* pada Lampiran 4a menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ISP berpengaruh nyata terhadap kadar protein yang dihasilkan. Uji lanjutan terhadap kadar protein *edible coating* menggunakan uji wilayah berganda Duncan (Lampiran 4b) memberikan hasil bahwa pada tingkat nyata 5% terdapat perbedaan yang nyata secara statistik antar perlakuan penambahan ISP.

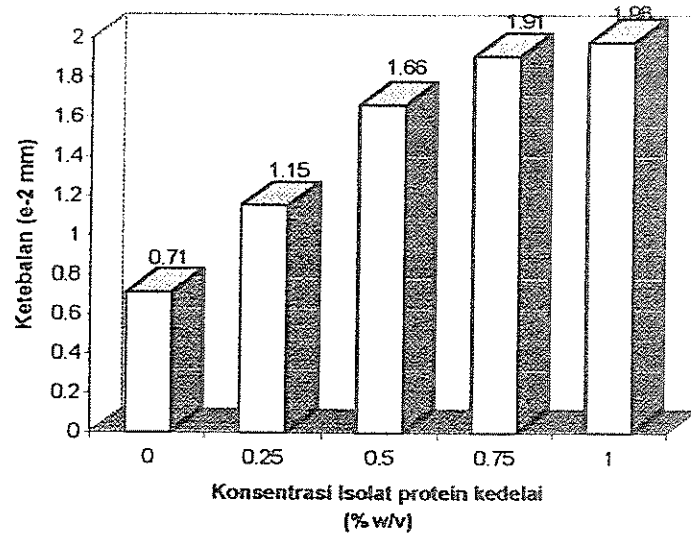


Gambar 18. Histogram hubungan penambahan ISP dengan kadar protein *edible coating*

2. Ketebalan *Edible Coating*

Ketebalan *edible coating* yang dihasilkan dipengaruhi oleh banyaknya ISP yang ditambahkan. Dengan jumlah gliserol dan LMP yang relatif sama dalam tiap *edible coating*, penambahan ISP yang makin banyak akan lebih banyak air yang terikat sehingga *edible coating* yang dihasilkan akan makin tebal. Protein mampu menyerap air, daya serap ini berhubungan dengan jumlah asam amino polar yang terdapat pada molekul protein yang menyebabkan protein bersifat hidrofilik sehingga mampu mengikat/menyerap air. Penyerapan air ini dapat menyebabkan *swelling* (pembengkakan) protein yang akan membuat *edible coating* menjadi lebih tebal. Ketebalan *edible coating* yang diperoleh berkisar $0.71-1.98 \times 10^{-2}$ mm, dapat dilihat pada Gambar 19. Hasil pengukuran ketebalan *edible coating* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5.

Analisis ragam terhadap ketebalan *edible coating* pada Lampiran 6a menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ISP berpengaruh nyata terhadap ketebalan *edible coating* yang dihasilkan. Uji lanjutan menggunakan uji wilayah berganda Duncan pada Lampiran 6b memberikan hasil bahwa pada tingkat nyata 5% terdapat perbedaan nyata secara statistik antar perlakuan penambahan ISP. Terlihat bahwa ISP dengan konsentrasi 0% berbeda dengan 0.25% dan berbeda dengan (0.5%, 0.75% dan 1%). Tidak tampak perbedaan ketebalan pada ISP dengan konsentrasi 0.5%, 0.75% dan 1%, dikarenakan tingkat penyerapan air pada protein yang tidak berbeda.



Gambar 19. Histogram hubungan penambahan ISP dengan ketebalan *edible coating*

3. Nilai a_w *Edible Coating*

Kandungan air dalam bahan pangan mempengaruhi daya tahan bahan makanan tadi terhadap mikroba yang dinyatakan dalam a_w , yaitu jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroorganisma untuk pertumbuhannya. Tabel 4 menunjukkan hubungan a_w dengan pertumbuhan mikroorganisme.

Nilai a_w yang diharapkan dari *edible coating* rendah karena *edible coating* digunakan untuk menjaga keawetan bahan pangan lain sehingga daya tahan *edible coating* diharapkan lebih baik dari bahan pangannya.

Nilai a_w yang didapatkan dari *edible coating* antara 0.626 ± 0.019 sampai 0.658 ± 0.021 dengan suhu antara 28.86 ± 0.95 sampai 29.78 ± 0.42 (Gambar 20). Nilai a_w yang didapatkan sangat dipengaruhi suhu, makin tinggi suhu pengukuran makin kecil nilai a_w -nya. Dari hasil terlihat kecenderungan nilai a_w

menurun dengan makin tingginya konsentrasi ISP. Hal ini karena semakin banyak ISP yang ditambahkan makin banyak air yang terikat oleh protein sehingga makin sedikit air bebasnya, sehingga nilai a_w -nya turun. Hasil pengukuran a_w secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 7.

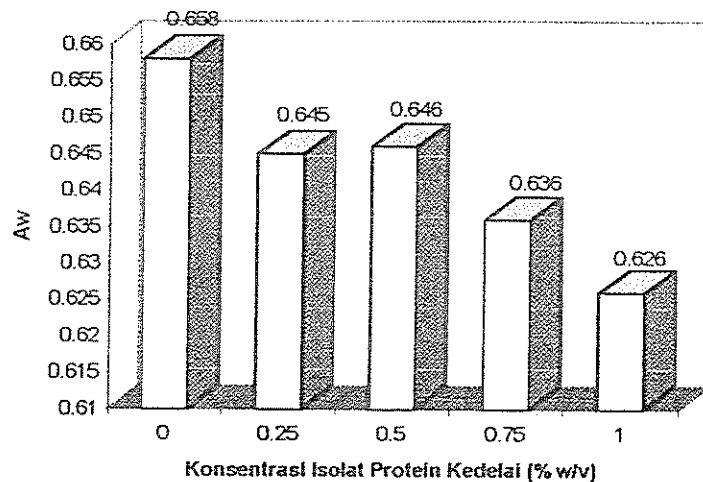
Tabel 4. Hubungan a_w dan pertumbuhan mikroorganisme^{a)}

Kisaran a_w	Mikroorganisme yang dihambat
1.00-0.95	<i>Pseudomonas</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Proteus</i> , <i>Shigella</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , beberapa ragi
0.95-0.91	<i>Salmonella</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Serratia</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Pediococcus</i> , beberapa jamur, ragi (<i>Rhodotorula</i> , <i>Pichia</i>)
0.91-0.87	Ragi (<i>Candida</i> , <i>Torulopsis</i> , <i>Hansenula</i>), <i>Micrococcus</i>
0.87-0.80	Jamur (<i>Mycotoxigenic penisillia</i>), <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Saccharomyces (bailii) spp.</i> , <i>Debaryomyces</i>
0.80-0.75	Bakteri halofilik, <i>Mycotoxigenix aspergilli</i>
0.75-0.65	Jamur <i>xerophilic</i> (<i>Aspergillus chevalieri</i> , <i>A. candidus</i> , <i>Wallemia sebi</i>), <i>Saccharomyces bisporus</i>
0.65-0.60	Ragi osmofilik (<i>Saccharomyces rouxii</i>), beberapa jamur (<i>Aspergillus echinulatus</i> , <i>Monascus bisporus</i>)
≤ 0.50	Tidak ada pertumbuhan mikroorganisme

^{a)} Fennema (1985)

Analisis ragam terhadap a_w *edible coating* pada Lampiran 8a menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ISP berpengaruh nyata pada a_w *edible coating* yang dihasilkan. Uji lanjutan menggunakan uji wilayah berganda

Duncan pada Lampiran 8b memberikan hasil bahwa pada tingkat nyata 5% terdapat perbedaan yang nyata secara statistik antar perlakuan penambahan ISP.

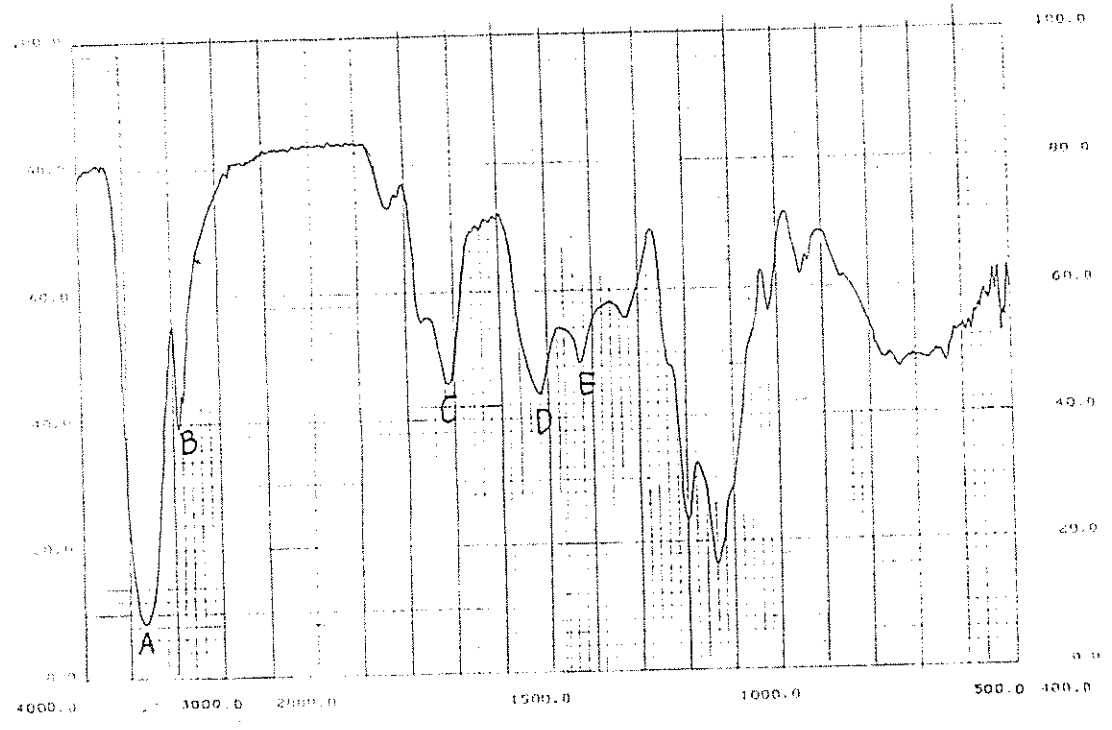


Gambar 20. Histogram hubungan penambahan ISP dengan a_w edible coating

4. Analisis Gugus Fungsional *Edible Coating* (Spektrum Infra Merah)

Pengukuran gugus fungsional *edible coating* ini tidak dilakukan untuk semua formulasinya, tetapi hanya dipilih salah satu (ISP 0.5%), dengan asumsi gugus fungsional yang terdapat pada semua formulasi sama hanya banyaknya yang mungkin berbeda. Uji dengan Spektrofotometer infra merah ini hanya untuk mengetahui secara kualitatif gugus fungsional apa saja yang ada pada *edible coating* sehingga dapat diperkirakan pengaruh gugus fungsional tadi dengan sifat *edible coating* yang dihasilkan. Gambar 21 menunjukkan hasil

peak pengukuran *edible coating* dengan Spektrofotometer Infra Merah dan Tabel 5 merupakan dugaan gugus fungsional yang terdapat pada *edible coating*.



Gambar 21. Spektrum infra merah *edible coating* ISP 0.5%

Tabel 5. Gugus fungsional *edible coating*

Puncak	Gugus fungsional	Vibrasi	Frekuensi (cm ⁻¹)
A	O-H dan atau NH	Stretching	3000-3700
B	C-H alifatik (dugaan alkana)	Stretching	2800-3000
C	NH ₂ (amina)	Bending	1560-1650
D	CO	Bending	1260-1410
E	C-H alkana	Bending	1370-1385

sehingga pengaruhnya bisa diabaikan. Biasanya dengan penambahan *plasticizer* kekuatannya akan makin turun.

Kekuatan gel yang diperoleh berkisar antara 88.2 ± 13.01 g sampai 113.6 ± 26.70 g, sedangkan rigiditas berkisar antara 176.4 ± 26.02 g/cm sampai 227.2 ± 53.39 g/cm (Tabel 6). Hasil pengukuran kekuatan gel dan rigiditas dapat dilihat pada Lampiran 9 dan 11.

Kekuatan mekanik dari *edible coating* tergantung dari bahan pembentuknya, khususnya struktur kohesi. Kohesi merupakan kemampuan polimer untuk membentuk kuat/tidaknya ikatan molekul antara rantai polimer.

Tabel 6. Kekuatan gel *edible coating* dan rigiditas

<i>Coating</i>	Kekuatan Gel (g)	Rigiditas (g/cm)
ISP 0%	88.2 ± 13.01	176.4 ± 26.02
ISP 0.25%	96.8 ± 17.36	193.6 ± 24.73
ISP 0.5%	99.8 ± 21.71	199.2 ± 43.42
ISP 0.75%	100.8 ± 16.49	201.6 ± 47.97
ISP 1%	113.6 ± 26.70	227.2 ± 53.39

Kemampuan ini tergantung dari struktur polimer khususnya panjang molekul, bentuk dan distribusi berat molekul dan posisinya dengan lainnya. Kekuatan mekanik ini juga dipengaruhi oleh cara pembuatan dan kondisi *edible*

coating. Hal ini dapat diabaikan karena setiap formulasi memiliki perlakuan yang sama.

Dengan semakin banyaknya protein yang ditambahkan distribusi ikatan antar protein-LMP, protein-protein dan protein-air makin banyak dan merata sehingga meningkatkan kekuatan mekaniknya.

Analisis ragam terhadap kekuatan gel pada Lampiran 10 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ISP tidak berpengaruh nyata terhadap kekuatan gel *edible coating* yang dihasilkan. Hal ini berarti penambahan ISP pada konsentrasi 0% sampai 1% terhadap LMP akan menghasilkan kekuatan gel *edible coating* yang sama dan tidak berbeda nyata secara statistik.

Analisis ragam terhadap rigiditas *edible coating* pada Lampiran 12 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ISP tidak berpengaruh nyata terhadap rigiditas *edible coating* yang dihasilkan. Hal ini berarti penambahan ISP pada konsentrasi 0% sampai 1% terhadap *edible coating* dari LMP akan menghasilkan rigiditas yang tidak berbeda nyata secara statistik.

6. Laju Transmisi Uap Air (Water Vapor Transmission rate)

Edible coating yang terbuat dari hidrokoloid (protein atau polisakarida) memiliki tahanan yang rendah terhadap uap air. Laju transmisi uap air tanpa ISP lebih kecil dibandingkan dengan penambahan ISP. Laju transmisi biasanya berbanding terbalik dengan tebal *edible coating*, dari hasil terlihat *edible coating* yang lebih tebal permeabilitasnya lebih besar, hal ini dikarenakan

adanya *pin holes* yang menyebabkan *edible coating* bersifat porous. Penambahan ISP yang dimaksudkan untuk mengurangi permeabilitas uap air pada LMP yang bersifat hidrofilik ternyata tidak efektif.

Efisiensi tahanan uap air ini tergantung dari keseragaman distribusi dari substansi hidrofobik dalam matrik permukaannya (Schultz *et al.*, 1949; Kamper dan Fennema, 1985; Martin-Polo *et al.*, 1992). Permeabilitas uap air ini dilakukan oleh matrik hidrofilik karena polaritasnya. ISP juga merupakan senyawa yang hidrofilik. Adanya interaksi antara protein-air membengkokkan protein yang semakin besar dengan konsentrasi ISP yang makin tinggi dan membuat permeabilitas uap air yang juga makin tinggi (Avena-Bustillos dan Krochta, 1993).

Dari hasil terlihat kenaikan permeabilitas uap air tidak teratur sesuai peningkatan konsentrasi ISP (Tabel 7). ISP 0.25% lebih rendah permeabilitasnya dibanding ISP 0% dan ISP 0.5% paling besar permeabilitas uap air. Dari data juga terlihat hasil pengukuran laju transmisi pada ISP 0% terdapat perbedaan yang besar antara ulangan 1 dan 2, sehingga dibutuhkan pengukuran lebih lanjut. Hasil pengukuran laju transmisi uap air dapat dilihat pada Lampiran 13.

Analisis ragam terhadap terhadap laju transmisi uap air *edible coating* dengan penambahan ISP pada Lampiran 14 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ISP tidak berpengaruh nyata terhadap laju transmisi uap air *edible coating* yang dihasilkan. Hal ini berarti *edible coating* dengan penambahan ISP



0% sampai 1% memiliki transmisi uap air yang tidak berbeda nyata secara statistik.

Tabel 7. Laju transmisi uap air *edible coating*

<i>Coating</i>	Laju transmisi uap air (g/m ² /24 jam)
ISP 0	713.47
ISP 0.25	456.87
ISP 0.5	918.35
ISP 0.75	900.82
ISP 1	888.31

7. Laju Transmisi Oksigen dan Karbon Dioksida (O₂ Transmission rate and CO₂ Transmission rate)

Edible coating yang terbuat dari protein atau polisakarida memiliki tahanan yang bagus terhadap gas dan lipid. Rantai polimer protein dan polisakarida memiliki kemampuan untuk bergabung dengan ikatan hidrogen, atau kekuatan elektrostatis, yang membentuk interaksi antar rantai yang kuat yang akan memberikan tahanan yang baik terhadap oksigen dan karbon dioksida. *Edible coating* yang dihasilkan tidak bisa teranalisa dengan alat *gass tranmission rate tester* karena *edible coating* yang telalu tipis sehingga mudah dilewati gas sehingga melebihi kemampuan ukur alat (terlalu porous). Sehingga *edible coating* yang dihasilkan tidak bisa diketahui pengaruh penambahan ISP

terhadap permeabilitas gasnya. Hasil yang diharapkan permeabilitas gas akan lebih rendah dibandingkan permeabilitas uap air.

8. *Edible Coating* Pada Buah Mangga Potong

Aplikasi yang dilakukan untuk buah mangga ini masih dalam tahap observasi. Hanya untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara kontrol (mangga yang tidak dicoating) dengan mangga yang dicoating dengan LMP dan ISP (semua formulasi diaplikasikan). Dipilih buah mangga karena mudah didapat dan relatif tahan jika disimpan dalam keadaan sudah dikupas. Pengamatan dilakukan tiap dua hari sekali dengan melihat perubahan berat dan perubahan warna. Sebelum diaplikasikan buah yang sudah dikupas direndam dulu dalam larutan asam askorbat. Hal ini ditujukan untuk menginaktivasi enzim yang dapat menyebabkan reaksi pencoklatan.

Dari hasil perubahan berat (Tabel 8, dalam % berat awal) terlihat bahwa kontrol tidak yang paling banyak kehilangan air. *Edible coating* yang digunakan kurang efektif. Hasil ini sesuai dengan data laju transmisi uap air dari *edible coating*. Mangga yang dicoating dengan ISP 0% dan 0.25% kecenderungan turunnya berat lebih rendah dibanding lainnya. Penyimpanan buah yang sudah dicoating dalam refrigerator karena buah khususnya yang sudah dikupas mudah rusak dan dalam penanganan maupun penyimpanan biasa di suhu dingin. Semakin lama disimpan buah akan semakin kering, kandungan

airnya menurun (menguap). Semakin besar air yang hilang mutu buah makin turun

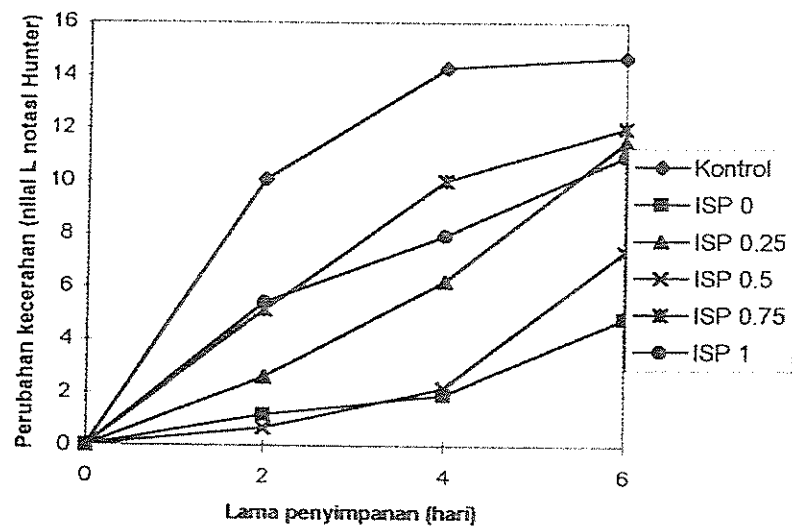
Pengamatan perubahan warna mangga selama penyimpanan tidak menunjukkan perbedaan yang jelas antara tiap perlakuan. Hal yang menyulitkan karena tiap potongan mangga warnanya tidak sama, dengan pengukuran cuma dua kali yang kemungkinan terkena di permukaan mangga yang berbeda sehingga menghasilkan nilai pengukuran yang berbeda.

Tabel 8. Perubahan berat mangga (%)

Hari	Kontrol	ISP 0	ISP 0.25	ISP 0.5	ISP 0.75	ISP 1
0	0	0	0	0	0	0
2	21.13	12.69	14.62	14.60	16.50	14.78
4	35.40	29.10	28.69	37.78	33.02	36.32
6	44.60	35.86	37.36	46.13	42.85	45.21
<i>slope</i>	7.40	6.20	6.31	8.08	7.25	7.86

Dari Lampiran 15 terlihat kecenderungan nilai L (kecerahan) menurun selama penyimpanan. Hal ini disebabkan banyaknya air yang hilang selama penyimpanan sehingga menyebabkan konsentrasi warna mangga meningkat sehingga makin keruh (kecerahannya menurun). Perubahan warna mangga juga diakibatkan reaksi yang terjadi pada buah mangga, seperti respirasi dan oksidasi. Juga karena kerusakan zat warna mangga yang membuat timbulnya warna lain yang kurang dominan. Dari grafik perubahan kecerahan (Gambar

22) terlihat bahwa mangga kontrol (tanpa edible coating) selama penyimpanan paling besar perubahannya (penurunan kecerahannya paling besar) sedangkan mangga yang *dicoating* penurunan kecerahannya lebih kecil. Jadi *edible coating* bisa digunakan untuk mempertahankan warna/menghindari perubahan warna pada mangga. Tingkat keefektifan formulasi *edible coating* belum dapat disimpulkan dan memerlukan penelitian lebih lanjut, walaupun pada grafik terlihat ISP 0% paling sedikit perubahannya. Gambar 23 menunjukkan penampakan mangga setelah penyimpanan 6 hari.



Gambar 22. Grafik kecerahan mangga (nilai L notasi Hunter)



Tabel 9. Perbandingan karakteristik fisik beberapa *edible coating*

Bahan <i>edible coating</i>	Karakteristik fisik
Low methoxy pectins 1% dan isolat protein kedelai (0-1 %)	kadar air 109.99 % - 130.41 % bk; a_w 0.626 - 0.658 ketebalan 0.0071 - 0.0198 mm kekuatan gel 88.2 - 113.6 g rigiditas 176.4 - 227.2 g/cm laju transmisi uap air 456.87 - 918.35 g/m ² /24 jam (RH 45 ± 3 ; suhu 13 ± 5°C)
protein corn-zein ^{a)}	ketebalan 0.005 - 0.066 mm laju transmisi uap air 344.67 - 4480.75 g/m ² /24 jam (RH 85% ; suhu 15°C) laju transmisi O ₂ 0.02 - 0.25 l/m ² /24 jam (RH 0% ; suhu 21 °C ; 1 atm) laju transmisi CO ₂ 0.15 - 1.90 l/m ² /24 jam (RH 0% ; suhu 30 °C ; 1 atm)
whey protein isolat dan monogliserida asetat ^{b)}	Ketebalan 1.1 - 3.4 mm laju transmisi uap air 15.7 - 124.28 g/m ² /24 jam (suhu 5 - 7°C)

^a Park, H.J., *et al.* (1994)^b Stuchell, Y. M. dan Krochta, J. M. (1995)

Untuk analisa gugus fungsional pada *edible coating* dengan ISP 0.5% didapatkan gugus OH, NH₂, CH. Untuk uji transmisi gas oksigen dan karbondioksida tidak bisa diukur karena melebihi kapasitas alatnya. Permeabilitas uap air terendah dimiliki oleh *edible coating* dengan penambahan ISP 0.25% dan tertinggi oleh ISP 0.5%.

Analisis secara statistik memberikan hasil bahwa perlakuan penambahan ISP memberikan pengaruh yang nyata pada tingkat 5% untuk kadar air, kadar protein dan a_w . Sedang untuk kekuatan gel, rigiditas dan permeabilitas uap air tidak terlihat pengaruhnya.

Pada aplikasi terlihat bahwa mangga yang *dicoating* memiliki penampakan yang lebih baik setelah disimpan dibandingkan mangga yang tidak *dicoating*. Dari hasil diperoleh bahwa *pengcoatingan* mangga dengan *low methoxy pectins* dan isolat protein kedelai dapat digunakan untuk mengurangi hilangnya kandungan air dan mencegah terjadinya perubahan warna.

Dari hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa penambahan isolat protein kedelai dapat meningkatkan karakteristik fisik *edible coating* yang dihasilkan (kadar air, a_w , kekuatan gel dan rigiditas). Penambahan isolat protein kedelai 0.25% memiliki karakteristik fisik terbaik dengan kadar air dan a_w yang cukup kecil, kekuatan gel dan rigiditas yang cukup tinggi serta permeabilitas uap air yang rendah.



B. SARAN

Untuk mengaplikasikan formulasi *edible coating* yang diperoleh masih perlu dilakukan penelitian lagi, untuk mengetahui sifat-sifat dan keoptimuman kondisi yang diperlukan.

Penambahan isolat protein kedelai hanya memperbaiki kekuatan mekanik dari *edible coating* tetapi tidak mengurangi permeabilitas uap airnya, sehingga kurang memperbaiki sifat *edible coating* dari pektin. Untuk memperbaiki sifat *edible coating* dari LMP perlu dilakukan penelitian lebih lanjut

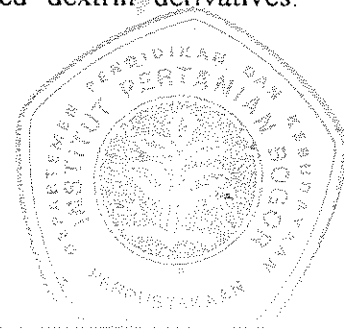
DAFTAR PUSTAKA

- Aspinal, G. O. 1970. Polysaccharides. Oxford : Pergamon Press.
- AOAC. 1984. Official Method of Analysis of the Assosiation of Official Analytical Chemist, 14 th ed. AOAC Inc, Arlington, Virginia
- Avena-Bustillos, R.J. dan Krochta, J. M. 1993. Water vapor permeability of caseinate-based edible films as affected by pH, calcium crosslinking and lipid content. *J. Food Sci.* 58 (4) : 904-907.
- Banker, G.S. 1966. Film coating, theory and practice. *J. Pharm Sci.* 55 : 81-83
- BS. 1979. British Standard 2728 Part 8. Methode 821 A.
- Cheftel, J. C., Cug, J. I. dan Lorient, D. 1985. Amino Acids, Peptides, and Proteins. *Di dalam* : Fennema, O. R. (ed.). Food Chemistry. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Christensen, S. H. 1986. Pectins. *Di dalam* : Glickman, M.(ed.) Food Hydrocolloid III, pp. 205-203. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Damodaran, S. dan Kinsella, J. E. 1982. Effect of conglycinin on thermal aggregation of glycinin. *J. Agric. Food Chem* 30 : 812-819.
- Delporte, J. P. 1981. Influence of some additives on the mechanical properties of free low viscosity hydroxypropy methylcellulose films. *J. Pharm. Sci Belg.* 26(1):27
- Fennema, O. R. 1985. Water and Ice. *Di dalam* : Fennema, O. R. (ed.). Food Chemistry. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Gennadios, A., Brandenburg, A. H., Weller, C. L., Testin, R. F. 1983. Effect on pH on properties of wheat gluten and soy protein isolates films. *J. Agric. Food Chem.* 41(11):1835-1839.
- Gennadios, A. dan Weller, C. L. 1990. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technol.* 44(10):63.
- Greener, I. K. dan Fennema, O. R. 1989. Evaluation of edible, Bilayer films for use as moisture barrier for food. *J. Food Sci.* 54 (6) : 1400-2406.

- Gontard, N., Guilbert, S., Cuq, J. L. 1983. Water and gliserol as plasticizer affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *J. food Sci.* 58(1):206-210.
- Guilbert, S. 1986. Technology and Application of Edible Protective Films. *Di dalam* : Mathlouthi, M. (ed). Food Packaging and Preservation. Elsevier Applied Science Publishers. London; pp 371-394.
- Guilbert, S. dan Biguet, B. 1989. Les Films et Enribages Comestibles. *Di dalam* : L'emballage des denrees alimentaires de grande consommation. Bureau G. dan Multon, J.J. (eds.). Tech. et Doc. Lavoisier, Paris, pp 323-359.
- Gurov, A. B., Larichev, N. A., Krylov, V. I. Dan Tolstogutov, V. B. 1978. On the conformation behaviour of bovine serum albumin in a complex with dextran sulfate. *Studia Biophysica*, 72 : 7-13.
- Handono, S. W. 1985. Pengetahuan Dasar Kacang Kedelai. *Di dalam* : Laporan *up grading* Tenaga Pembina Industri Kecil Pengolahan Tahu. Balai Besar Litbang Industri Hasil Pertanian, Bogor.
- Hang, Y. D. dan Walter, R. H. 1989. Treatment and Utilization of Apple Processing Wastes. *Di dalam* : Downing, D. L. (ed.) Process Apple Product, p. 370. AVI Van Nonstrand Reinhold. New York.
- Hermana. 1985. Pengolahan Kedelai Menjadi Berbagai Bahan Makanan. *Di dalam* : S. Somaatmaja, M. Ismannudji, M. Sumarno, M. Syam, S. D. Manurung dan Yusnadi (ed). Kedelai. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Hermansson, A. M. 1978. Physicochemical aspects of soy protein structure formation. *J. Texture Study* 9 : 33-36.
- Hubeis, M. 1984. Pengantar Pengolahan Tepung Serelia. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hurrel, R. F. 1980. Interaction of Food Component during Processing. *Di dalam* : Birch, G. G. dan Parker, K. J. (ed.). Food and Health : Science and Technology. Bab 22 : 369 -388. Applied Science Publisher, London.
- Kamper, S. L. dan Fennema, O. R. 1985. Use of edible film to maintain water vapour gradients in food. *J. Food Sci.* 50:382-384.

- Keller, J. 1983. Pectins. *Di dalam* . Gum and Starch Technology 18 th. Annual Symposium, Special Report No. 53. Cornell University Geneva Campus, New York.
- Kertezt, Z. I. 1951. The Pectic Substances. Interscience. New York.
- Kester, J. J., Fennema, O. R. 1986. Edible films and coatings : A review. Food Technology. 40(12) : 47-59.
- Kinsella, J. E. 1979. Fungsional Pengolahan Kedelai Menjadikan Makanan Bermutu. Pustaka Sinar harapan, Jakarta.
- Khrochta, J. M. 1992. Control of Mass Transfer in Foods with Edible Coatings and Films. *Di dalam* : Singh, R. P. dan Wirakartakusumah, M. A.(eds). Advances in Food Engineering. CRP Press : Boca Raton, FL; pp 519-538.
- Kumins, C. A. 1965. Transport through polymer films. J. Polymer Sci., Part C, 10:1-7.
- Liang, O., Soemitro S. dan Tjahyadi, C. 1986. Fungsional Properties of Soy Protein. *Di dalam* : Winarno, F. G.(ed.). International Soyfoods Symposium Food Technology Development Center. Bogor Agricultural University, Bogor.
- Liener, I. E. 1978. Nutritional Value of Food Protein Products. *Di dalam* : Smith, A. K. dan Circle, S. J.(eds.). Soybean : Chemistry and Technology. The AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Martin-Polo M. dan Voilley, A. 1990. Comparative study of water permeability of edible film composed of arabic gum and glycerolmonostearat. Sci. des Aliment 10 (2) : 473-483.
- McHugh, T. H., Avena-Bustillos, R. dan Krochta, J. M. 1993. Hydrophilic edible films : modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. J. Food Sci. 58 (4) : 899-903.
- Meyer, E. W. dan William, L. D. 1977. Chemical Modification of Soy Protein. *Di dalam* : Feeney, R. E. dan Whittaker, J. R. (eds.) Food Protein. American Chemical Society, Washington, D. C.
- Mori, T., Utsumi, S., Inaba, H., Kitamura, K., dan Harada, K. 1981. Differences in sub-unit composition of glycinin among soybean cultivars. J. Agric Food Chem. 29 : 22-23.

- Nakai, S dan Powrie, W. D. 1981. Modification of Protein for Fungsional and Industrial Improvements. *Di dalam* Pomeranz, Y dan Munck, L (ed.). *Cereals : A Renewable Resource. Theory and Practice*. American Assosiation Cereal Chem., Minnesota.
- Noguchi, H. 1960. Interaction of serum albumin and synthetic polyelectrolytes in various buffer system. *Physic. Chem.*, 64 : 185-187.
- Park, H. J., Chinnan, M. S. dan Shewfelt, R. L. 1994. Edible corn-zein coatings to extend storage life of tomatoes. *J. Food Process and Preserv.* 18: 317-331.
- Philips, R. D. dan Beuchat, L. R. 1981. Enzyme Modification of Protein. *Di dalam* : Cherry, J. P. (ed.). *Protein Functionality in Food*. American Chem Soc. Washington DC.
- Piper, C. V. dan Morse, W. J. 1923. *The Soybean*. Mc. Grawhill Book Co., New York.
- Samant, S.K., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R., dan Rege, D. V. 1993. Protein-polysaccharide interactions: a new approach in food formulations. *International J. Food Sci. and Tech.*, 28: 547-562.
- Schultz, T. H., Owen, H. S. dan Maclay, W. D. 1949. Permeability of pectinate films to water vapor. *J. Phys. Colloid. Chem.* 53 : 1320-1330.
- Smith, A. K. dan Circle, S. J. 1980. Chemical composition of the seed. *Di dalam* : Allan (ed.). *Soybean Chemistry and Technology Vol. I*. AVI Publ. Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Stuchell, Y. M. dan Krochta, J. M. 1995. Edible coatings on frozen king salmon : effect of whey protein isolate and acetylated monoglycerides on moisture loss and lipid oxidation. *J. Food Sci.* 60 (1) : 28-31.
- Sumarno dan Hartono. 1983. Kedelai dan cara bercocok tanamnya. *Buletin Teknik Puslitbangtan No. 6*, Jakarta.
- Syarief, R. dan Irawati, A. 1988. *Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian Medyatama sarana Perkasa*, Jakarta.
- Thompson, T. E. dan Mckerman, W.M. 1961. An electrophoretic investigation of interaction between bovine serum albumin and charged dextrin derivatives. *Biochem. J.*; 81: 12-23.



- Tolstoguzov, V. B., Chimirov, Yu. I., Braudo, E. E., Vainerman, E. S. dan Koz'mina, E. P. 1975a. Synthetic macaroni I. Properties of fortified and synthetic macaroni with increased protein content. *Die Nahrung*, 19: 33-43.
- Tolstoguzov, V. B., Braudo, E. E. dan Vainerman, E. S. 1975b. Physicochemical aspects of manufacture of synthetic foods. *Die Nahrung*, 19:973-985.
- Tolstoguzov, V. B., Braudo, E. E. dan Gurov, A. N. 1981a. Protein functional properties and methodes of their control. Part 2. On the methods of control of functional properties of protein and gel forming systems. *Die Nahrung*, 25: 817-823.
- Van Deventer-Schriemer, W. H. dan Pilnik, W. 1987. Studies of pectin degradation. *Acta Alimentaria* 16 : 143-153.
- Whistler, R. L. dan Daniel, J. R. 1985. Carbohydrate. *Di Dalam* : Fennema, O. R. (ed.). *Food Chemistry*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Winarno, F. G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia, Jakarta.
- Wolf, W. J. 1970. Soybean protein : their fungsional, chemical and physical properties. *J. Agric Food Chem* 18 : 969.
- Wolf, W. J. dan Cowan, J. C. 1971. Soybean as a food source. *Critical Rev. Food Technol.* 2 : 81-158.
- Wolf, W. J. 1975. Soy Protein for Fabricated Foods. *Di dalam* : Inglet, G. E. (ed.). *Fabricated Foods*. AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Wolfe, T. K. dan Kipps, M. S. 1953. *Production of Field Crops. A Textbook of Agronomy*. Mc. Graw-Hill Book Company, Inc., New York.

Lampiran 1. Rekapitulasi data kadar air *edible coating* (dalam persentase berat)

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	(%) bb	Ulangan 1	Ulangan 2	(%) bk
ISP 0	57.37	56.82	57.10	129.68	131.14	130.41
ISP 0.25	56.10	55.68	55.89	128.17	125.82	126.70
ISP 0.5	53.44	53.31	53.38	116.51	113.37	114.94
ISP 0.75	52.81	52.94	52.88	110.94	112.23	111.59
ISP I	51.59	53.11	52.35	107.16	112.81	109.89

Lampiran 2a. Hasil analisis ragam pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap kadar air *edible coating*

Perlakuan	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	693.21746	173030437	33.915**	5.19	11.39
Galat	5	25.55015	5.11003			
Total	9	718.76761				

Keterangan **: beda nyata pada taraf 1%

Lampiran 2b. Hasil uji wilayah berganda Duncan pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap kadar air *edible coating*

Perlakuan	Rata-rata	Taraf 5%
ISP 1	109.99	A
ISP 0.75	111.59	A
ISP 0.5	114.94	A
ISP 0.25	126.70	B
ISP 0	130.41	B



Lampiran 3. Rekapitulasi data kadar protein (dalam persentase berat kering)

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
ISP 0	8.63	7.49	8.06
ISP 0.25	13.58	10.65	12.11
ISP 0.5	16.78	12.23	14.51
ISP 0.75	20.41	16.36	18.39
ISP 1	26.31	23.22	24.76



Lampiran 6a. Hasil analisis ragam pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap ketebalan *edible coating*

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	2.33816	0.58454	21.027*	5.19	11.39
Galat	5	0.139	0.0278			
Total	9	2.47716				

Keterangan *: beda nyata pada taraf 5%

Lampiran 6b. Hasil wilayah berganda Duncan pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap ketebalan *edible coating*

Perlakuan	Rata-rata	Taraf 5%
ISP 0	0.71	A
ISP 0.25	1.15	B
ISP 0.5	1.66	C
ISP 0.75	1.91	C
ISP 1	1.98	C

Lampiran 7. Rekapitulasi data a_w edible coating

Sampel	Aw ul 1	t ul 1	Aw ul 2	t ul 2	Rata-rata
ISP 0	0.684	27.50	0.684	28.10	
	0.678	28.10	0.646	28.40	
	0.646	29.50	0.654	29.50	
	0.647	29.70	0.628	30.10	
Rata-rata	0.664	28.70	0.653	29.03	0.658
ISP 0.25	0.680	28.20	0.683	28.30	
	0.639	28.60	0.632	26.10	
	0.635	29.80	0.644	29.50	
	0.633	29.90	0.617	30.30	
Rata-rata	0.647	29.13	0.644	29.30	0.645
ISP 0.5	0.686	28.00	0.675	28.20	
	0.635	28.70	0.657	29.30	
	0.638	29.50	0.627	30.00	
	0.630	30.10	0.616	30.40	
Rata-rata	0.647	29.08	0.644	29.48	0.646
ISP 0.75	0.661	29.30	0.648	29.30	
	0.639	29.60	0.658	29.50	
	0.643	29.80	0.622	30.20	
	0.622	30.10	0.594	30.40	
Rata-rata	0.641	29.70	0.631	29.85	0.636
ISP 1	0.646	28.04	0.625	29.00	
	0.638	19.70	0.643	29.50	
	0.631	29.90	0.613	30.30	
	0.623	30.30	0.587	30.50	
Rata-rata	0.635	29.58	0.617	29.83	0.626

Sampel	Aw	Deviasi	Suhu (°C)	Deviasi
ISP 0	0.658	0.021	28.86	0.947
ISP 0.25	0.645	0.024	29.21	0.786
ISP 0.5	0.646	0.025	29.28	0.879
ISP 0.75	0.636	0.022	29.78	0.420
ISP 1	0.626	0.019	29.70	0.719

Lampiran 8a. Hasil analisis pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap a_w edible coating

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0.010210	2.5525 e-4	17.364**	5.19	11.39
Galat	5	0.0000735	1.47 e-5			
Total	9	0.010945				

Keterangan **: beda nyata pada taraf 1%

Lampiran 8b. Hasil uji wilayah berganda Duncan pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap a_w edible coating

Perlakuan	Rata-rata	Taraf 5%
ISP 1	0.626	A
ISP 0.75	0.636	AB
ISP 0.5	0.646	B
ISP 0.25	0.645	B
ISP 0	0.658	C



Lampiran 9. Rekapitulasi data kekuatan gel (gram)

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata	Deviasi
ISP 0	93.6	82.8	88.2	13.01
ISP 0.25	102.0	91.6	96.8	17.36
ISP 0.5	93.2	106.0	99.6	21.71
ISP 0.75	102.4	99.2	100.8	16.49
ISP 1	126.4	100.8	113.6	26.70

Lampiran 10. Hasil analisis ragam pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap kekuatan gel *edible coating*

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	679.14624	169.78656	1.604	5.19	11.39
Galat	5	529.1328	105.82656			
Total	9	1208.279				

Lampiran 11. Rekapitulasi data rigiditas *edible coating* (gram/cm)

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata	Deviasi
ISP 0	187.2	165.5	176.4	26.02
ISP 0.25	204.0	183.2	193.6	34.73
ISP 0.5	186.4	212.0	199.2	43.42
ISP 0.75	204.8	198.4	201.6	47.97
ISP 1	252.8	201.6	227.2	53.39

Lampiran 12. Hasil analisis ragam penambahan isolat protein kedelai terhadap rigiditas *edible coating*

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	2716.585	679.14624	1.604	5.19	11.39
Galat	5	2116.5312	423.30624			
Total	9	4833.1162				

Lampiran 14. Hasil analisis ragam pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap laju transmisi uap air *edible coating*

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	308421.81	77105.453	2.606	5.19	11.39
Galat	5	147931.68	29586.335			
Total	9	456354.49				

Lampiran 15. Kecerahan mangga (nilai L notasi Hunter)

	0	2	4	6
Kontrol	0	10.08	14.28	14.71
ISP 0	0	1.18	1.93	4.82
ISP 0,25	0	2.6	6.21	11.52
ISP 0.5	0	0.68	2.19	7.37
ISP 0.75	0	5.13	10.03	12.02
ISP 1	0	5.42	7.96	10.96