



**PRODUKSI GELATIN DARI
HASIL BUANGAN HIDROLISIS ENZIMATIS
IKAN KUNIRAN (*Upeneus sp.*)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Asal :	Hadiah Persewaan	Klass 641.684 BLID GSP
Terima di :	_____	
No induk :	_____	
Pengkatalog :	_____	

Oleh :

RIZA BUDIARTI
NIM : 021710101020

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2006**

DOSEN PEMBIMBING:

Ir. Achmad Subagio, M. Agr., Ph. D. (DPU)

Ahmad nafi', S.T.P., M. P. (DPA 1)

Ir. Sih Yuwanti, M. P. (DPA 2)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Almamater tercinta, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ibunda Rondiyah dan Ayahanda Abdul Rokhim tercinta, yang tiada lelah mendoakan dan mencurahkan rasa sayang serta pengorbanan selama ini;
3. Bapak dan Ibu sambungku, yang telah memberikan kasih sayang dan perhatian seperti layaknya anak sendiri;
4. Guru-guruku sejak TK sampai PT terhormat, baik yang ada di Jawa maupun di Kalimantan Tengah (Bereng Belawan), yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran dan ketelatenan.

SPEKIAL THANKS

My parent, terima kasih atas doa dan pengorbanannya selama ini. Kalian adalah orang-orang yang dipercaya Allah SWT untuk membesarkan dan mendidiku, dan aku percaya kalian akan senantiasa berusaha dengan sebaik-baiknya. Terima kasih atas semuanya dan maafkan segala kenakalan, salah, dan khilafku. Ananda sayang kalian.

Adik-adikq, terima kasih atas kelucuan dan kebahagiaan yang kalian berikan selama ini. Meski aq sering 'jahat' pada kalian tapi aq sebenarnya sayang pada kalian semua. Maaf jika aq belum bisa menjadi kakak dan panutan yang baik.

Keluarga besarq, terima kasih atas kasih sayangnya selama ini. Meski kadang q-ta semua sering tidak cocok tapi semua itu adalah salah satu jalan membangun komunikasi yang baik

Dosen pembimbingku:

- ☞ **Ir. A. Subagio, M.Agr., Ph.D.**, terima kasih atas bimbingan, kebaikan, kesabaran, dan nasehat-nasehatnya. Berkat Bapak, saya bisa merubah paradigma saya tentang "Ibu". Maaf jika saya sering merepotkan bapak;
- ☞ **Ahmad Nafi', S.T.P., M.P.**, terima kasih atas bimbingan dan arahnya selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini;
- ☞ **Ir. Sih Yuwanti, M.P.**, terima kasih atas masukan-masukan, arahan, dan bimbingan yang telah ibu berikan, baik selama Skripsi maupun ketika PKN;
- ☞ **Ir. Setiadji**, terima kasih atas bimbingan yang telah bapak berikan selama saya menjadi mahasiswa di FTP tercinta ini;
- ☞ **Ir. Wiwik S. Windarti, M.S.**, terima kasih atas bimbingan, pendapat, dan kesabarannya selama menjadi pembimbing KKN kami, dan terima kasih pula atas masukan-masukan dan bimbingannya tentang GELATIN

Seluruh dosen TP (terutama yang pernah mengajarku), yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, terima kasih atas ilmu dan pengalamannya. Maaf jika ada salah dan khilaf. Semoga ilmu yang bapak/ibu berikan dapat bermanfaat bagi banyak orang

Sahabat-sahabatq:

- ♣ anggota Power Puff (Afni, Nuri), terima kasih atas perhatian kalian selama ini. Meski q-ta sering kurang sepaham tapi itulah hidup. "Sepurane sing akehi yo rek!" Aq memang suka 'ceplas-ceplos' dan mungkin "mbencekno" (yang sering dibilang Afni), mohon jangan d'simpan di hati.
- ♣ Naryo, meski jahil dan suka seenaknya dan selalu ingin menang sendiri tapi k-mu tinggal satu-satunya co yang tersisa dari 5- sekawan. So, dengan berat hati aq dan teman-teman ce sabar padamu, meski kadang-kadang tak tertahan. O,yo! ojo pacaran thok, ndang lulus!!
- ♣ Dimas (Pak Polisi), thanks atas kebersamaannya selama ini
- ♣ teman-teman asisten (David, Biuti), terima kasih atas kerja samanya selama ini, terima kasih atas obrolannya, guyonane, dan semua bantuane. Vid, trims kamu sudah mau jadi 'tukang antarq'

Teman-teman Lab-q; baik dari tim kuniran, tim biduri, tim koro, tim jamur, tim Mikero, ataupun yang lainnya, terima kasih atas kebersamaan, keceriaan, dan bantuannya. Maaf jika selama di Lab aq suka egois, dan mungkin paling cerewet dan "ngrameni". Mungkin Allah SWT mendengar doa kalian sehingga aq sempat diistirahatkan dari kegiatan Lab kurang lebih 1,5 bln lamanya

Shitonk, thanks atas cerita Jang Geum-nya, Guntur, terima kasih atas kebaikanmu selama ini; *Apip*, thanks atas supportnya, "SEMANGAT" \(*o*)/

Temen-temenq arek '02 kabeh, mbak-mbak lan mas-mas angkatan dhuwur, yang telah memberikan semangat dan keceriaannya. Thanks BGT ya?! Semoga q-ta semua menjadi orang-orang yang berguna

Adik-adik angkatanq (terutama yang pernah aq asisteni), terima kasih atas guyonannya, kelucuannya, sekaligus kenakalannya. Kenakalan kalian adalah media untuk melatih kesabarang. Bagi yang pernah aq marahi ataupun aq bentak, sorry banget ya! Bukan aq tidak suka kalian tapi itu semua demi kebaikan kalian juga

Teknisi-teknisi Lab: mb Widi, mb Neni, mb Ketut, mb Sari, mb Wim, pak Min, pak Mistar, om Dian, om Tasor terima kasih atas bantuan dan kesabarannya

Ibu Watoniah, om Dwi, om Dodi, terima kasih atas bantuannya meminjamkan mesin ketik padaq dan bantuan-bantuan lainnya, terima kasih pula atas kesabaran dan motivasinya

Keluarga besar Ganxter 41 A, thanks for "sekabehane"

Seluruh pegawai TP yang telah menunjang proses belajar mengajar di kampus Q-ta ini.



MOTTO

HIDUP ADALAH SEBUAH PERJALANAN SINGKAT YANG HARUS
DIPERJUANGKAN

(My Self)

*Suatu pekerjaan yang bisa kau lakukan dan kau yakini
kebenarannya maka kerjakanlah*

(My Self)

*Kegagalan adalah satu-satunya kesempatan untuk memulai
lagi lebih cerdas*

(Henry Ford)

Jadilah seorang hamba yang pandai bersyukur, yaitu yang mempunyai otak
cerdas, mau bekerja keras, dan mempunyai hati yang ikhlas

(AA')

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riza Budiarti

Nim : 021710101020

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: "Produksi Gelatin dari Hasil Buangan Hidrolisis Enzimatis Ikan Kuniran (*Upeneus Sp.*)" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 21 Februari 2006

Yang menyatakan,



Riza Budiarti

021710101020

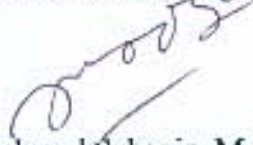
PENGESAHAN

Skripsi ini diterima oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

hari : Sabtu
tanggal : 18 Februari 2006
tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji:

Dosen Pembimbing Utama



Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D.

NIP 131 975 306

Dosen Pembimbing Anggota 1



Ahmad Nafi*, S.T.P., M.P.

NIP 132 304 471

Dosen Pembimbing Anggota 2

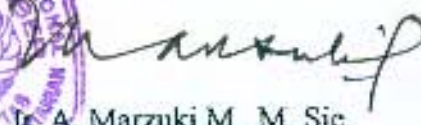


Ir. Sih Yuwanti, M.P.

NIP 132 086 416

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Ir. A. Marzuki M., M. Sic.

NIP 130 531 986

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul "Produksi Gelatin Dari Hasil Buangan Hidrolisis Enzimatis Ikan Kumiran (*Upeneus Sp.*)". Karya tulis ilmiah ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan barbagai pihak, oleh karen itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Ir. A. Marzuki M., M.Sic., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama, Ahmad Nafi, S.T.P., M.P., selaku Dosen Pembimbing Anggota I, dan Ir. Sih Yuwanti, M.P., selaku Dosen Pembimbing Anggota II, yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
3. Ir. Setiadji, selaku Dosen Pembimbing Akademik;
4. Bapak Abdul Rokhim dan Ibu Rondiyah sekeluarga yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesaikannya skripsi ini;
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih untuk kalian semua.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, 21 Februari 2006

Penulis

RINGKASAN

Produksi Gelatin Dari Hasil Buangan Hidrolisis Enzimatis Ikan Kuniran (*Upeneus Sp.*), Riza Budiarti, 021710101020, 2006, 47 Halaman

Kebutuhan gelatin yang semakin tinggi, pemenuhan gelatin di Indonesia yang masih impor, serta isu halal atau haram penggunaan gelatin, menjadi alasan utama dikembangkannya gelatin yang bersumber dari ikan. Selain itu, pemanfaatan ikan sebagai sumber gelatin akan mampu meningkatkan efisiensi dan keragaman pemanfaatannya, terutama untuk jenis ikan runcah seperti ikan kuniran (*Upeneus Sp.*).

Berdasarkan pelarut yang digunakan untuk hidrolisis, gelatin dapat dibedakan menjadi 2 tipe, yaitu gelatin tipe A (pelarut asam), dan tipe B (pelarut basa). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan jenis pelarut tersebut terhadap karakteristik gelatin dari hasil buangan hidrolisis enzimatis ikan kuniran (*Upeneus Sp.*)

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengendalian Mutu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, pada bulan September 2005 - Januari 2006. Penelitian dilakukan dengan 2 perlakuan perbedaan jenis pelarut dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil buangan hidrolisis enzimatis ikan kuniran selanjutnya dihidrolisis menggunakan asam atau basa kemudian hidrolisat yang diperoleh diekstraksi menggunakan aquades selama ± 2 jam dalam waterbath 80 °C. Air gelatin yang diperoleh kemudian disaring, dipekatkan, dan dikeringkan untuk mendapatkan gelatin kering. Gelatin yang diperoleh diamati dan diukur jumlah rendemen totalnya, warna, kadar abu, kekuatan gel, viskositas, dan panjang gelombang serapan maksimumnya. Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan metode deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelarut asam (hidrolisis menggunakan asam) mempunyai rendemen total rata-rata $(2.34 \pm 0.49)\%$, sudut warna

(113.88 ± 9.87)°, derajat keputihan (74.77 ± 5.25)°, kecerahan (87.25 ± 8.97), kadar abu rata-rata 3.85%, viskositas rata-rata 3.90 mp, tidak membentuk gel, dan λ maksimum pada (205 ± 1). Gelatin B (hidrolisis menggunakan basa) mempunyai rendemen total rata-rata (1.07 ± 0.03)%, sudut warna (90.15 ± 0.42)°, derajat keputihan (64.69 ± 2.18)°, kecerahan (70.99 ± 4.74), kadar abu rata-rata (6.23 ± 2.49)%, viskositas rata-rata 13.62 mp, kekuatan gel rata-rata 4.90 g/0.5 mm, dan λ maksimum pada (202 ± 1).

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisa dan pembahasan adalah bahwa pelarut asam mampu menghasilkan gelatin dari hasil buangan hidrolisis enzimatis ikan kuniran dengan kenampakan yang lebih baik. Namun, pelarut basa mampu menghasilkan gelatin yang memiliki sifat fungsional yang lebih baik dan diduga lebih murni.

Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN NAMA DOSEN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERNYATAAN	viii
HALAMAN PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Ikan Kuniran.....	4
2.2 Protein Ikan.....	4
2.3 Hidrolisis Protein	6
2.3.1 Hidrolisis Protein dengan Asam.....	6
2.3.2 Hidrolisis Protein dengan Basa	7
2.3.3 Hidrolisis Protein dengan Enzim	7
2.4 Enzim Papain	7

2.5 Protein Fungsional dalam Produk Pangan	8
2.5.1 Protein Fungsional	8
2.5.2 Gelatin sebagai Protein Fungsional.....	10
2.6 Gelatin.....	10
2.6.1 Kolagen sebagai Bahan Baku Gelatin.....	11
2.6.2 Komposisi dan struktur Gelatin	13
2.6.3 Sifat-sifat Gelatin	13
a. Kelarutan dalam Air	15
b. Kemampuan Membentuk Gel	15
c. Viskositas	16
2.7 Teknik Produksi Gelatin, Macam dan Mutu gelatin	17
2.7.1 Teknik Produksi Gelatin	17
2.7.2 Macam dan Mutu Gelatin.....	18
2.8 Aplikasi Gelatin	19
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	20
3.2.1 Bahan.....	20
3.2.2 Alat.....	20
3.3 Metode Penelitian.....	21
3.3.1 Rancangan Penelitian	21
3.3.2 Parameter Pengamatan.....	21
3.4 Prosedur Kerja.....	21
3.5 Pengamatan Parameter.....	25
a. Rendemen.....	25
b. Warna.....	25
c. Kadar Abu	26
d. Kekuatan Gel.....	26

e. Viskositas	27
f. Panjang Gelombang Serapan Maksimum.....	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Rendemen.....	29
4.2 Warna	30
4.3 Kadar Abu	33
4.4 Kekuatan Gel.....	34
4.4.1 Pengaruh pH.....	35
4.4.2 Pengaruh Penambahan Sukrosa	36
4.4.3 Pengaruh Penambahan NaCl.....	38
4.4.4 Perbandingan Dengan Gelatin Komersial	39
4.5 Viskositas	40
4.5.1 Pengaruh pH.....	41
4.5.2 Pengaruh Penambahan Sukrosa	42
4.5.3 Pengaruh Penambahan NaCl.....	43
4.5.4 Perbandingan Dengan Gelatin Komersial	44
4.6 Panjang gelombang Serapan Maksimum	45
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat Fungsional Protein dalam Berbagai Sistem atau Produk Makanan Serta Sumbernya	9
Tabel 2.2 Viskositas berbagai Gelatin Komersial	17
Tabel 2.3 Standart Mutu gelatin	18

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ikan Kumiran	5
Gambar 2.2 Struktur "Triple Heliks" Kolagen	12
Gambar 2.3 Ikatan Peptida Protein	13
Gambar 2.4 Tipe Struktur Susunan Asam Amino dalam Gelatin	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Preparasi Sampel	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Produksi Gelatin	24
Gambar 4.1 Histogram Rendemen Gelatin Kering	29
Gambar 4.2 Gelatin	30
Gambar 4.3 Histogram Parameter Warna Gelatin	31
Gambar 4.4 Histogram Kadar Abu gelatin	33
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh pH terhadap Kekuatan Gel Gelatin	35
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Penambahan Sukrosa terhadap 36 Kekuatan Gel	36
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Penambahan NaCl terhadap 41 Kekuatan Gel Gelatin	38
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh pH terhadap Viskositas Gelatin	41
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Penambahan Sukrosa terhadap 45 Viskositas Gelatin	42
Gambar 4.10 Grafik Pengaruh Penambahan NaCl terhadap Viskositas Gelatin	43
Gambar 4.11 Hasil Scanning Gelatin	45
Gambar 4.12 Histogram Nilai Panjang Gelombang Scrapan Maksimum Gelatin	46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data rendemen Gelatin	51
Lampiran 2. Data Kadar Abu.....	51
Lampiran 3. Nilai komponen Warna	52
Lampiran 4. Data Kekuatan Gel	53
Lampiran 5. Data Panjang Gelombang Serapan Maksimum	53
Lampiran 6. Data Viskositas	57

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini penggunaan gelatin sudah semakin meluas, baik untuk produk-produk pangan maupun produk non pangan. Kebutuhan gelatin (dalam bidang industri) dari tahun ke tahun semakin meningkat. Pada tahun 1999, kebutuhan gelatin dunia mencapai kurang lebih 254.000 ton, dengan pembagian 60% untuk industri makanan dan 40% untuk industri non-makanan. Pada tahun 2002 produksi gelatin dunia tercatat sebesar 220.000 – 272.300 metrik ton. Di Indonesia, kebutuhan gelatin dalam bidang industri tidak diketahui jumlahnya secara pasti. Namun, gelatin yang digunakan industri-industri di Indonesia masih merupakan bahan impor dari beberapa negara Eropa dan Amerika dengan harga relatif tinggi (Raharja, 2004).

Di samping itu selama ini sumber utama gelatin yang banyak dimanfaatkan adalah yang berasal dari kulit dan tulang sapi atau babi. Mengingat Indonesia adalah negara yang mayoritas penduduknya beragama Islam maka pemanfaatannya (terutama yang berasal dari tulang dan kulit babi) dirasa tidak tepat lagi, sehingga perlu dikembangkan gelatin dari sumber hewan lain. Salah satunya yang sangat prospektif untuk dikembangkan adalah yang berasal dari hasil samping pengolahan ikan, yaitu tulang dan kulit. Menurut Surono, *et. al.* (1994), tulang dan kulit ikan sangat potensial digunakan sebagai bahan baku pembuatan gelatin, karena mencakup 10-20% dari total berat ikan.

Gelatin ikan yang telah diteliti dan dimanfaatkan antara lain adalah gelatin dari kulit ikan cucut. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa mutu gelatin dari ikan tersebut tidak jauh berbeda dengan gelatin komersial lainnya, terutama untuk jenis gelatin tipe B (dengan hidrolisis basa) (Astawan, dkk., 2002). Mengacu pada hasil penelitian tersebut maka penggalan potensi sumber utama gelatin dari jenis ikan lainnya dapat dilakukan.

Ikan kuniran (*Upeneus Sp.*) merupakan salah satu jenis ikan inferior yang pemanfaatannya kurang maksimal dan ada dalam keadaan melimpah. Pemanfaatan ikan kuniran selama ini hanya sebatas digoreng atau diproses secara tradisional saja. Pada saat panen raya, jenis ikan ini cenderung tidak terjamah sehingga harganya menjadi murah. Hal ini tentu saja merugikan para nelayan. Sebagai salah satu usaha pemanfaatan ikan kuniran, akhir-akhir ini banyak dikembangkan aneka produk dari ikan tersebut, seperti miofibril kering, sosis, nugget, dan kamaboko. Dari proses-proses ini, dihasilkan limbah berupa duri dan stroma. Oleh karena adanya kandungan stroma yang merupakan komponen utama sumber gelatin, maka hasil samping dari proses pengolahan ikan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gelatin.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan hasil samping pengolahan ikan sebagai bahan baku pembuatan gelatin, sehingga dapat lebih memaksimalkan pemanfaatannya. Selain itu juga dapat mengurangi polusi yang mungkin ditimbulkan oleh keberadaan hasil samping pengolahan ikan tersebut.

1.2 Permasalahan

Meskipun sudah ada beberapa gelatin ikan yang dipelajari dan dikembangkan, seperti gelatin ikan cucut, namun tahapan proses produksi yang dilakukan tidak secara mutlak dapat diaplikasikan pada jenis ikan lainnya. Hal ini dikarenakan, setiap spesies ikan memiliki karakteristik yang berbeda. Selain itu, adanya perlakuan pendahuluan, seperti hidrolisis enzimatis, juga dapat memberikan perbedaan yang berarti terhadap jenis penanganan yang akan diberikan selanjutnya dan karakteristik gelatin yang dihasilkan.

Proses produksi gelatin pada dasarnya terdiri atas 3 tahapan utama, yaitu hidrolisis, ekstraksi, dan pengeringan. Berdasarkan larutan yang digunakan untuk proses hidrolisis, gelatin dibedakan menjadi 2 tipe, tipe A dan tipe B. gelatin tipe A yaitu gelatin yang dibuat melalui proses hidrolisis asam, sedangkan gelatin tipe B

adalah gelatin yang dihasilkan melalui proses hidrolisis basa. Permasalahannya adalah belum diketahui bagaimana pengaruh kedua jenis larutan tersebut terhadap karakteristik gelatin yang dihasilkan dari hasil buangan hidrolisis enzimatis ikan kuniran (*Upeneus Sp.*).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan jenis pelarut yang digunakan pada proses hidrolisis terhadap karakteristik gelatin dari hasil buangan hidrolisis enzimatis ikan kuniran (*Upeneus Sp.*).

1.4 Manfaat

- a. Memberikan informasi tentang pengolahan gelatin kepada pihak-pihak yang membutuhkan
- b. Meningkatkan efisiensi dan keragaman pemanfaatan ikan kuniran sebagai salah satu jenis ikan inferior
- c. Meningkatkan kesejahteraan nelayan
- d. Memberikan informasi dan acuan bagi peneliti-peneliti selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Kuniran

Ikan kuniran (*Upeneus* Sp.) merupakan salah satu jenis ikan runcah (*Trashfish*) dengan kandungan lemak rendah (Murdjito, 2001). Ikan kuniran mengandung protein sebesar 15,43%, lemak 0,46%, abu 0,77%, dan air 84,29%. Klasifikasi ikan kuniran dalam sistem Tata nama (Taksonomi) hewan adalah sebagai berikut:

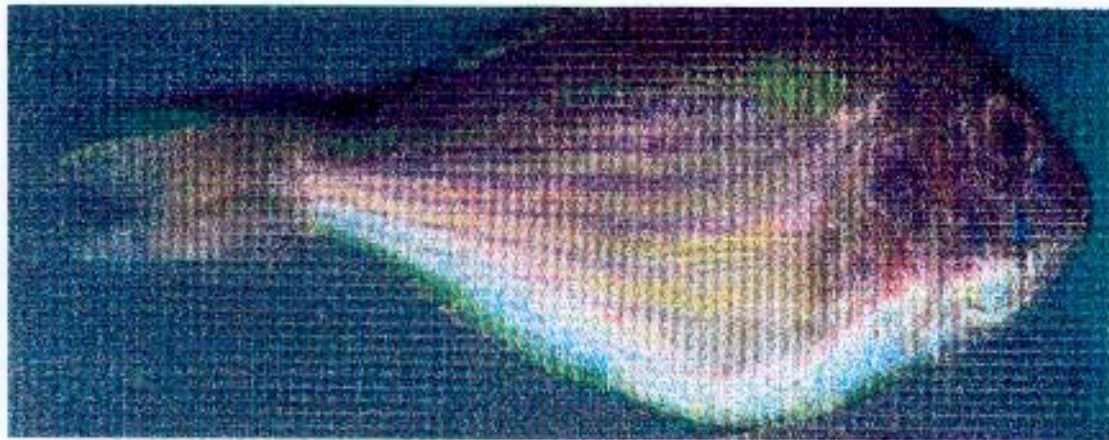
Kelas	: Actinopterygii (<i>Ray-finned fishes</i>)
Ordo	: Perciformes
Family	: Mullidae (<i>Goatfish</i>)
Genus	: <i>Mulloidichthys</i>
Spesies	: <i>Upeneus</i> (Anonim, 2003).

Beberapa spesies ikan kuniran yang dapat diidentifikasi dengan cukup jelas diantaranya adalah *Upeneus moluccensis* dan *Upeneus sundaicus*. Kedua spesies ini merupakan spesies ikan kuniran yang paling banyak terdapat di perairan Indonesia dan biasanya hidup di dasar perairan (demersal). Ciri-ciri fisik ikan kuniran kurang lebih sebagai berikut: panjang rata-rata 20-22 cm, memiliki ekor dan sebuah garis horizontal berwarna kuning di sepanjang tubuhnya, serta memiliki sungut di bagian dagu yang digunakan untuk mencari makanan di dalam pasir (Murdjito, 2001). Gambar ikan kuniran dapat dilihat pada Gambar 2.1.

2.2 Protein Ikan

Protein daging ikan berkisar antara 15-24% dan yang lainnya adalah air (66-84%), lemak (0,1-22%), karbohidrat (1-3%), dan bahan anorganik (0,8-2%) (Suzuki, 1981). Berdasarkan jenisnya, protein ikan terdiri dari protein miofibril (70-80%), protein sarkoplasma (20-30%), dan protein stroma (2-3%). Menurut Fennema (1976),

protein miofibril merupakan protein struktural yang larut dalam larutan garam netral dengan kekuatan ionik tinggi (misalnya 0,5 M). Miofibril tersusun dari benang-benang yang lebih halus lagi (miofilamen). Ada dua macam miofilamen, yaitu miofilamen tebal (miosin) yang berukuran 100 Å dan miofilamen tipis (aktin) yang berukuran 10 Å. Adanya aktin dan miosin dalam daging ikan menyebabkan daging ikan menjadi kaku.



Gambar 2.1. Ikan Kuniran (*Ispeneus Sp.*)

Sarkoplasma merupakan protein terbesar kedua yang mengandung bermacam-macam protein larut air yang disebut miogen. Protein sarkoplasma/miogen terdiri dari albumin, mioalbumin, dan mioprotein. Dalam sarkoplasma terdapat inti sel, mitokondria, mikrosom, sub golgi, fibroblas, serta substrat seperti pasir. Dinding selnya terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan pertama merupakan endomiosin, yang kedua (terletak di bawah endomiosin) adalah sarkolema, dan yang ketiga adalah sarkoplasma retikulum yang berupa benang-benang jala (Martin, 1980).

Protein stroma yang terdapat pada daging ikan akan membentuk jaringan ikat atau penghubung. Stroma terdiri dari kolagen dan elastin. Keduanya merupakan protein yang terdapat di bagian luar sel otot (Martin, 1980). Menurut Junianto (2003), daging merah ikan pada umumnya mengandung lebih banyak stroma tetapi lebih sedikit mengandung sarkoplasma jika dibandingkan dengan daging putih ikan.

2.3 Hidrolisis Protein

Proses hidrolisis adalah proses pemecahan substrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan molekul air. Hidrolisis protein ikan dapat dilakukan dengan asam, basa, maupun enzim. Pada proses hidrolisis protein, protein diubah menjadi peptida, asam amino, ammonia, dan senyawa pembentuk cita rasa (Winarno, 1995). Hidrolisis ikatan peptida akan menyebabkan beberapa perubahan pada protein, yaitu bertambahnya kandungan NH_3^+ dan COO^- sehingga meningkatkan kelarutan, berkurangnya berat molekul protein atau polipeptida, dan rusaknya struktur globular protein (Nielsen, 1997).

Proses hidrolisis melibatkan pemutusan sejumlah ikatan pada rantai polipeptida. Beberapa jenis ikatan tersebut misalnya (a) ikatan elektrostatik, (b) ikatan Hidrogen, (c) interaksi hidrofob antara rantai samping non polar, (d) interaksi dipol-dipol, dan (e) ikatan disulfida, yaitu suatu ikatan kovalen (Girinda, 1986). Selain itu, hidrolisis juga mampu memecah ikatan kovalen yang menghubungkan antar asam amino dalam rantai peptida (ikatan peptida).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil hidrolisis protein ikan, antara lain suhu, waktu hidrolisis, dan konsentrasi enzim yang ditambahkan (untuk hidrolisis enzimatis). Sedangkan tingkat kerusakan asam amino dipengaruhi oleh kemurnian protein dari bahan awal, serta kondisi bahan penghidrolisis yang digunakan. Lama hidrolisis merupakan faktor paling berpengaruh terhadap hasil hidrolisa. Waktu hidrolisis yang berlebih akan menyebabkan jumlah peptida dan asam amino menurun dan jumlah padatan tidak fungsional akan meningkat (Maga, 1998).

2.3.1 Hidrolisis Protein dengan Asam

Asam dapat digunakan untuk menghidrolisis suatu protein. Namun demikian, menurut Girinda (1986), akibat samping yang bisa terjadi dengan hidrolisis asam ialah rusaknya beberapa asam amino seperti triptofan, sebagian serin, dan threonin. Selain itu, asam glutamat dan aspartat mengalami deaminasi berubah menjadi glutamat dan espartat. Terjadi pula dehidrasi intra molekul asam glutamat membentuk

pirolidon-5-asam karboksilat. Dehidrasi intra molekul ini dapat pula dialami oleh asam amino lain sehingga terbentuk cincin anhidrin atau diketopiperazin (Girinda, 1986).

Hidrolisis dengan asam sedang (*Mild Acid*) akan menyebabkan hidrolisis sebagian pada protein. Pemecahan oleh asam sangat acak dan akan dihasilkan suatu campuran yang kompleks antara asam amino dan peptida yang kecil (Fessenden and Fessenden, 1997).

2.3.2 Hidrolisis Protein dengan Basa

Hidrolisis protein menggunakan basa merupakan proses pemecahan polipeptida dengan menggunakan basa (alkali) sebagai pelarutnya. Menurut Girinda (1986), hidrolisis basa biasanya dikerjakan untuk mencerna triptofan yang rusak karena hidrolisis asam. Tetapi serin dan threonin rusak dengan basa, sedangkan asam-asam amino lain mengalami rasimisasi menghasilkan campuran ekimolekular dari bentuk-bentuk D dan L yang disebut campuran rasemik atau rasemat.

2.3.3 Hidrolisis Protein dengan Enzim

Enzim yang terlibat pada tiap hidrolisis protein atau peptida sangat khas sifatnya. Enzim protease seperti tripsin dan kimotripsin menghidrolisis ikatan peptida tertentu dengan cepat, tetapi menghidrolisis ikatan peptida lainnya dengan lamban sekali atau bahkan tidak sama sekali (Girinda, 1986). Oleh karena sifat enzim yang spesifik inilah maka penggunaan enzim untuk menghidrolisis protein yang sifatnya umum dirasa kurang efektif dan efisien.

2.4 Enzim Papain

Enzim adalah suatu katalisator biologis yang dihasilkan oleh sel-sel hidup dan dapat membantu mempercepat bermacam-macam reaksi biokimia. Dengan adanya katalisator ini, reaksi dapat dipercepat kira-kira 10^{12} - 10^{20} kali jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan katalisator (Winarno dan Fardiaz, 1984).

Papain adalah enzim pemecah protein yang termasuk dalam kelompok *endopeptidase*, yang terdapat pada getah pepaya baik di daun, batang, maupun buah. Getah pepaya sedikitnya mengandung tiga jenis enzim yaitu papain (10%), khimopapain (45%), dan lisozim (20%). Berdasarkan sifat-sifat kimia dan lokasi aktifnya, papain termasuk enzim protease sulfidril karena enzim papain memiliki residu sulfidril (-SH) pada sisi aktifnya, aktif dalam ikatan peptida dan bagian dalam dari polimer asam amino. Aktivitas optimum enzim papain terjadi pada pH 5-7 serta akan menurun drastis pada pH di bawah 3,0 atau di atas 11,0. Papain memiliki berat molekul 23.000 kda, tersusun atas 121 asam amino dengan tiga ikatan disulfida. Papain memiliki dua gugus akhir yaitu sistein 25 dan histidin 158 (Suhartono, 1992).

2.5 Protein Fungsional dalam Produk Pangan

2.5.1 Protein Fungsional

Sifat fungsional protein didefinisikan sebagai sifat-sifat protein yang dapat mempengaruhi karakter pangan selama pengolahan, penyimpanan, dan konsumsinya, sehingga menentukan penggunaannya dalam pangan (Kinsella *et. al.*, 1985). Sifat yang disebabkan oleh interaksi protein dengan komponen-komponen lainnya, baik langsung maupun tidak langsung, akan berpengaruh pada proses aplikasi, mutu, dan penerimaan bahan. Sifat-sifat ini meliputi daya penahan air (*water binding*), kelarutan, daya kembang, viskositas, pembentukan gel, daya penahan flavor (*flavor binding*), dan aktivitas permukaan. Salah satu contoh bahan tambahan pangan yang memiliki sifat-sifat fungsional protein di atas adalah gelatin.

Beberapa sifat fungsional protein dan sumbernya dapat dilihat pada **Tabel 2.1**. Dengan mengetahui sifat-sifat protein ini dengan baik, protein dapat menjadikan bahan pangan sangat menarik dan mendorong timbulnya flavor, tekstur, dan mutu lainnya yang dikehendaki konsumen (Kinsella *et. al.*, 1985).

Tabel 2.1. Sifat Fungsional Protein dalam Berbagai Sistem atau Produk Makanan Serta Sumbernya.

Sifat fungsional	Mekanisme	Sistem makanan	Sumber protein
Kelarutan	Hidrofilik	Minuman	Protein Whey
Viskositas	Pengikatan air, Bentuk dan ukuran Hidrodinamik	Sup, gravy, salad	Protein Whey
Pengikatan air	Ikatan H, Hidrasi ion	Daging, cake, roti	Protein otot/urat, Protein telur
Gelasi	Penarikan air, dan imobilisasi, formasi jaringan	Daging, gel, cake, Bakery, keju	Protein otot/urat, Protein telur, protein susu
Kohesi/adesi	Hidrofobik, ikatan H, ikatan ionik	Daging, saos, pasta, bakery, makanan Panggang	Protein otot/urat, protein telur, protein whey
Elastisitas	Hidrofobik, ikatan Disulfida	Daging, bakery	Protein otot/urat
Emulsifikasi	Penyerapan pada Formulasi film Interfase	Saos, sup, cake, bologna	Protein otot/urat, protein telur, protein susu
Buih	Penyerapan Interfasial, formasi Film	Whipped topping, es krim, cake	Protein telur, protein susu
Pengikatan lemak Dan flavor	Hidrofobik	Daging buatan, bakery	Protein telur, protein susu

Sumber: *Kinsella et. al., (1985)*

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat fungsional protein secara umum didukung oleh faktor eksternal (seperti kondisi proses), yang dapat merubah struktur dan konformasi serta sifat fisiko kimia protein. Beberapa faktor eksternal yang dapat merubah protein antara lain adalah panas, jenis alat logam yang digunakan, faktor fisik dan kimia lingkungan (seperti pH, kekuatan ion, potensial redoks). Selain itu, variasi komponen bahan dan bahan tambahan, keberadaan lipid, polisakarida, non-protein otot, antioksidan, mineral, dan kation divalen dapat berinteraksi dengan protein otot menimbulkan perubahan struktur dan konformasi protein (Xiong, 1997).

2.5.2 Gelatin sebagai Protein Fungsional

Gelatin pertama kali ditemukan oleh orang Perancis yang bernama Papin pada tahun 1682. Penemuan ini kemudian berkembang dan menjadi salah satu bahan industri yang digunakan untuk berbagai keperluan (Utama, 1997). Hal ini dikarenakan gelatin memiliki beberapa kemampuan yang sangat dibutuhkan untuk membentuk karakter suatu bahan. Dalam bidang industri makanan maupun minuman, gelatin mempunyai kemampuan sebagai penstabil, pembentuk gel, pengikat, pengental, pengemulsi, perekat dan sebagainya. Oleh karena gelatin merupakan derivat protein yang memiliki kemampuan-kemampuan mempengaruhi karakter pangan selama pengolahan maka gelatin digolongkan kedalam golongan protein fungsional.

2.6 Gelatin

Gelatin adalah campuran berbagai ragam protein yang larut dalam air dan mempunyai berat molekul tinggi. Gelatin tidak terdapat di alam tetapi merupakan hasil degradasi protein yang diperoleh dari kolagen kulit, ligamen, atau tulang, yang biasanya dipisahkan dengan cara hidrolisis basa atau asam encer (Meyer, 1973).

Gelatin, jenis protein yang diekstrak dari jaringan kolagen hewan. Proses ekstraksi ini merupakan proses lanjutan dari proses sebelumnya (hidrolisis) yang ditujukan untuk memecah komponen kompleks protein kolagen menjadi komponen yang lebih sederhana, yang merupakan komponen protein gelatin. Proses ekstraksi pada dasarnya bertujuan untuk mengeluarkan komponen protein gelatin hasil pemecahan dari jaringan ikat kolagen. Proses ini melibatkan peristiwa pelelehan yang menghasilkan larutan homogen protein sehingga larutan protein tersebut dapat dikeluarkan dari jaringan ikat kolagen (Choi and Regenstein, 2000), yang dikenal sebagai air gelatin.

2.6.1 Kolagen sebagai Bahan Baku Gelatin

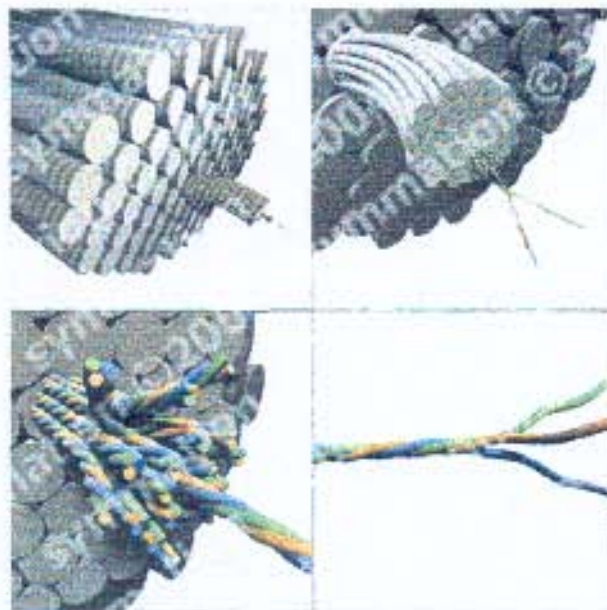
Kolagen merupakan bagian dari jaringan ikat dalam otot dan rongga, kulit, tulang, gigi, dan tendon (Deman, 1997). Kolagen merupakan protein tak terlarut dari jaringan pengikat. Karena kolagen tidak terlarut dalam air dingin dan larutan asam atau basa lemah, maka kolagen dapat dibersihkan dari protein lain dengan solven tersebut (Sudarmadji, dkk., 1996).

Kolagen adalah suatu jenis protein yang mempunyai struktur *tripel* heliks (Gambar 2.2), terdiri atas 25% glisin dan 25% lagi prolin dan hidroksiprolin, tetapi tidak mengandung sistein, sistin, dan triptofan. Kolagen ada dalam beberapa bentuk yang berbeda, tetapi gelatin hanya dihasilkan dari sumber yang kaya akan kolagen tipe I yang tidak mengandung sistein, yang tersusun atas dua rantai $\alpha 1$ dan satu rantai $\alpha 2$ (Chaplin, 2005).

Kolagen tidak larut dalam air dan tidak dapat diuraikan oleh enzim. Namun kolagen dapat diubah dengan pemanasan dalam air mendidih oleh larutan asam atau basa encer menjadi gelatin yang mudah larut dan dapat dicerna (Pocdjiadi, 1994). Menurut Page (1997), struktur kolagen disusun dari tiga tingkat:

- 1) Kerangka kovalen terdiri dari rantai-rantai protein individual dengan bobot molekul masing-masing sebesar kira-kira 100.000. Residu asam amino yang paling berlimpah adalah glisin (33% dari residu asam amino total yang ada). Prolin juga berlimpah (12%) dan juga ada asam amino yang tidak umum, hidroksiprolin dan hidroksilisin.
- 2) Tiga rantai bergabung untuk membentuk tripel heliks dalam struktur sekunder. Tripel heliks ini merupakan satuan struktural dasar dari kolagen dan disebut tropokolagen. Merupakan batang berdiameter 15 Å dan panjang gelombang 3000 Å. Dalam heliks tropokolagen, ketiga benang terikat hidrogen satu dengan yang lain dengan perantaraan gugus peptida -NH dari residu glisin dan gugus peptida -C=O pada rantai lain. Ini merupakan struktur heliks yang berbeda nyata dari α -heliks.

- 3) Satuan tropokolagen terangkai secara kovalen membentuk suatu ikatan atau berkas yang disebut mikrofibril. Kologenibril kolagen dapat terbentuk dalam ikatan paralel (seperti pada pembentukan urat), atau dalam lembaran-lembaran seperti serat dalam pembentukan kertas (dalam hal ini adalah pembentukan kulit).



Gambar 2.2. Struktur “Triple Heliks” Kolagen (Anonim, 2005)

Proses pengubahan kolagen menjadi gelatin melibatkan 3 tahap perubahan, yaitu:

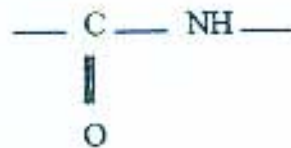
- (1). Pemutusan sejumlah terbatas ikatan peptida untuk memperpendek rantai
- (2). Pemutusan atau pengacauan sejumlah ikatan samping antar rantai
- (3). Perubahan konfigurasi rantai.

Dengan adanya tiga proses tersebut maka struktur maupun sifat kolagen akan berbeda sekali dengan hasil derivatnya (gelatin) (Lehninger, 1982). Dalam pembentukan gelatin, molekul tropokolagen terurai dan tiap-tiap nilai membentuk ikatan hidrogen

dengan air menghasilkan pembentukan gel yang khas, dalam hal ini berat molekul gelatin adalah 1/3 berat molekul kolagen (Fessenden and Fessenden, 1999).

2.6.2 Komposisi dan Struktur Gelatin

Gelatin merupakan campuran protein (larut dalam air) yang mempunyai berat molekul tinggi, yang berkisar antara 20.000 sampai 25.000. Gelatin terstruktur atas rantai asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida (**Gambar 2.3**). Analisis Proksimat asam amino dari gelatin bermacam-macam, tergantung bahan baku dan proses yang digunakan. Tetapi nilai perkiraan dalam berat kurang lebih adalah: glisin 21%, prolin 12%, hidroksiprolin 12%, asam glutamat 10%, alanin 9%, arginin 8%, asam aspartat 6%, lisin 4%, serin 4%, leusin 3%, valin 2%, fenil alanin 2%, threonin 2%, isoleusin 1%, hidroksilisin 1%, methionin dan histidin < 1%, dengan tirosin < 0,5% (Stevens, 1992).



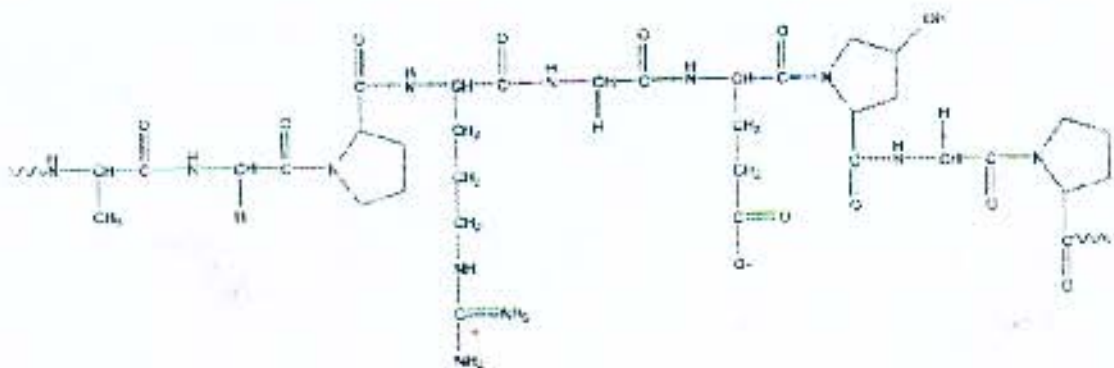
Gambar 2.3. Ikatan Peptida Protein

Gelatin tersusun atas banyak glisin (hampir 1 dalam 3 residu), prolin, dan 4-hidroksiprolin. Tipe struktur yang terbentuk adalah -Ala-Gly-Pro-Arg-Gly-4Hyp-Gly-Pro- (**Gambar 2.4**). Gelatin adalah campuran bermacam-macam tunggal atau banyak jenis polipeptida, dan tersusun antara 300-4000 asam amino (Chaplin, 2005).

2.6.3 Sifat-sifat Gelatin

Gelatin merupakan suatu protein yang bersifat amfoter dengan titik isoionik antara 5-9 tergantung pada bahan baku dan metode produksi (Baily and Light, 1989). Titik isoionik gelatin tipe A antara 7-9, sedangkan titik isoionik gelatin tipe B antara 4,8-5,2. Menurut Raharja (2004), secara fisik dan kimia, gelatin berwarna kuning

cerah atau transparan, berbentuk serpihan atau tepung, berbau dan bersifat larut dalam air panas, gliserol dan asam asetat serta pelarut organik yang lain. Gelatin dapat mengembang dan menyerap air 5-10 kali berat asalnya. Di samping itu, gelatin dapat membentuk gel dalam air panas pada suhu 30 - 35 °C. Gelatin dapat membentuk gel pada konsentrasi minimum 0,5% dengan rentang antara 4 - 8.



Gambar 2.4. Tipe Struktur Susunan Asam Amino dalam Gelatin (Chaplin, 2005)

Seperti halnya kolagen, gelatin juga mengandung 14% hidroksiprolin, 16% prolin, dan 26 % glisin (Baily and Light, 1989). Baily and Light juga menyatakan bahwa, berdasarkan sifat nutrisinya, gelatin bukan merupakan sumber protein yang lengkap karena tidak mengandung triptofan dan hanya sedikit mengandung methionin yang merupakan asam amino esensial.

Gelatin dapat digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan elastisitas, konsistensi, dan stabilitas produk pangan. Dan oleh karena itu, tingkat kualitas gelatin pangan tergantung seberapa besar/baik sifat-sifat reologinya. Banyak cara yang telah dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat dan keunikan gelatin sebagai bahan tambahan pangan. Dengan mengadakan beberapa perlakuan tambahan, sifat-sifat gelatin dapat diperbaiki dan kegunaannyapun semakin beragam.

Beberapa sifat fungsional gelatin yang penting untuk aplikasi produk pangan adalah kelarutan dalam air, kekuatan gel, viskositas. Selain itu, keberadaan kadar abu dalam gelatin juga akan sangat menentukan berfungsi dengan baik atau tidaknya protein sebagai protein fungsional.

a. Kelarutan dalam air

Kelarutan gelatin dalam air merupakan suatu sifat atau kemampuan untuk membentuk suatu larutan yang homogen dengan pelarutnya (dalam hal ini adalah air). Menurut Zayas (1997), kelarutan protein menunjukkan jumlah protein dalam sampel yang dapat larut dalam pelarut dan dipengaruhi oleh pH. Dengan demikian, kelarutan gelatin dalam air menunjukkan jumlah gelatin yang dapat larut dalam pelarutnya (air), dan hal ini dipengaruhi oleh pH. Adapun kelarutan protein pada berbagai pH sangat dipengaruhi oleh kandungan protein dengan asam amino yang bergugus R bermuatan positif (Anonim, 2000).

Hanya sebagian saja komponen gelatin yang dapat larut dalam air dingin. Meski demikian, gelatin kering akan membengkak atau mengalami hidrasi ketika distirer dalam air. Dalam air panas sekitar 40 °C, dengan lama waktu 30 menit, hidrasi yang terjadi pada gelatin sudah sempurna dan segera diikuti oleh pelelehan sehingga terbentuk larutan yang homogen (Baily and Light, 1989).

b. Kemampuan membentuk gel

Kemampuan membentuk gel gelatin, erat kaitannya dengan kemampuan untuk menyerap air yang dimilikinya. Meyer (1973) memaparkan bahwa ada dua tahapan pembentukan gel gelatin, yaitu tahap denaturasi dan tahap gelasi. Pada tahapan denaturasi, molekul fibril terbentuk (denaturasi yang dimaksud di sini adalah denaturasi yang terjadi pada rantai polipeptida, yaitu pengembangan rantai peptida). Pada tahapan ini segera diikuti oleh pembentukan kembali jaringan yang rusak melalui atraksi bagian molekul yang satu dengan molekul lainnya.

Ketika protein terdenaturasi, terjadi pemutusan ikatan rantai samping peptida sehingga memungkinkan terjadinya agregasi antara peptida membentuk jaringan 3 dimensi (matriks). Pembentukan matriks akan menyeras air sehingga matriks lebih kompak dan gel tidak mudah pecah. Agregasi terjadi oleh adanya ikatan hidrogen, interaksi hidrofob, ikatan van der Waals, serta ikatan kovalen disulfida (Zayas, 1997).

Menurut Baily and Light (1989), gelatin yang awalnya mempunyai daya serap yang sama terhadap air akan berbeda jika diformulasikan berbeda. Sehingga, hal-hal yang dapat mempengaruhi kemampuan serap air gelatin akan juga mempengaruhi kekuatan gel yang terbentuk. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan gel gelatin antara lain adalah konsentrasi gelatin dalam larutan, suhu, adanya reagen yang ditambahkan, pH, dan berat molekul.

Secara umum dapat dikatakan bahwa gelatin yang memiliki berat molekul rata-rata yang rendah memiliki kekuatan gel yang lemah dan viskositas yang rendah di dalam larutannya. Meski demikian, rantai α kolagen merupakan faktor utama yang berpengaruh pada kekuatan gel, sedangkan berat molekul tinggi (dari rantai β, γ , serta mikrogel) memberikan pengaruh yang lebih sedikit terhadap kekuatan gel tetapi berpengaruh besar terhadap viskositas (Heideman, *et.al.*, tanpa tahun).

c. Viskositas

Viskositas adalah tahanan yang timbul oleh adanya gesekan antara molekul-molekul di dalam zat cair yang mengalir. Suatu larutan protein dalam air mempunyai viskositas dan kekentalan yang relatif lebih besar daripada viskositas air sebagai pelarutnya. Menurut Stainsby (1997), nilai viskositas ditentukan oleh berat molekul dan panjang rantai asam amino gelatin. Pada umumnya viskositas suatu larutan tidak ditentukan atau diukur secara absolut, melainkan ditentukan viskositas relatifnya, yaitu dibandingkan dengan viskositas zat cair tertentu (Poedjiadi, 1994).

Viskositas gelatin berbeda-beda tergantung bahan baku, perlakuan yang dikenakan, suhu, dan faktor-faktor intrinsik atau ekstrinsik lainnya. Viskositas beberapa jenis gelatin pada suhu 60 °C dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perbandingan Viskositas Beberapa Gelatin Komersial

Jenis Gelatin	Viskositas (cP) pada suhu 60 °C
Gelatin sapi	2,9
Gelatin babi	3,0
Gelatin ikan	3,6

Sumber: Anonim dalam Astawan, dkk. (2002)

2.7 Teknik Produksi, Macam dan Mutu Gelatin

2.7.1 Teknik Produksi Gelatin

Teknik produksi gelatin melibatkan proses hidrolisis, ekstraksi, dan pengeringan. Kondisi masing-masing proses sangat menentukan sifat fisiko kimia, fungsional, dan sensori dari gelatin yang dihasilkan (Choi and Regenstein, 2000).

Ada dua tipe gelatin berdasarkan proses produksinya. Yaitu, gelatin tipe A yang dibuat dengan perlakuan asam dan gelatin tipe B yang dibuat dengan perlakuan basa. Ada banyak versi mengenai teknik pembuatan gelatin. Hal ini sangat tergantung terhadap bahan baku yang digunakan. Namun, pada dasarnya teknik pembuatan gelatin adalah sebagai berikut.

a. Proses dengan asam

Yang pertama dilakukan adalah proses pengasaman kolagen hingga kira-kira pH 4. Selanjutnya dipanaskan pada suhu bertahap mulai dari 50 °C untuk mendenaturasi dan melarutkan kolagen. Tahap seterusnya adalah penghilangan kandungan lemak (*defatted*), kemudian difilter (*disaring*), dipekatkan dengan vakum evaporator atau membran ultra filtrasi, dan dikeringkan. Tahapan yang terakhir adalah memperkecil ukuran partikel gelatin (Reich, *et. al.*, 1962)

b. Proses dengan basa

Pertama, kolagen diberi perlakuan alkali yang bertujuan untuk meningkatkan titik isoioniknya dari 4,8-5,2 menjadi ± 6 (perlakuan selama 7 hari). Setelah perlakuan alkali, kolagen dicuci hingga netral, dan diperlakukan menggunakan asam untuk menyempurnakan ekstraksi pI. Kolagen selanjutnya didenaturasi dan diubah

menjadi gelatin dengan pemanasan seperti pada proses pertama (proses asam). Oleh karena diberlakukan dengan perlakuan alkali maka perlu kiranya dilakukan demineralisasi larutan gelatin dengan menggunakan penukar ion atau dengan ultrafiltrasi. Setelah itu semua, larutan diperlakukan seperti halnya proses asam (evaporasi, filtrasi, gelasi, pengeringan, dan pengecilan ukuran) (Cole and Roberts, 1996).

2.7.2 Macam dan Mutu Gelatin

Menurut Hadiwiyoto (1983), gelatin yang baik harus memenuhi standart mutu yang diberikan oleh Standart Mutu Gelatin Menurut SII. Standar mutu gelatin menurut SII dapat dilihat pada Tabel 2.3. Regulasi ini diperbaharui pada SNI 01-3735-1995 dan mengalami revisi menjadi SNI 06-3735-1995 .

Tabel 2.3. Standar Mutu Gelatin

Parameter	Standar
Warna	Tidak berwarna, kadang-kadang kuning pucat
Bau dan rasa larutan	Normal (dapat diterima konsumen)
Susut pengeringan	maksimum 16%
Kadar abu	maksimum 3,25%
Logam berat	maksimum 50 mg/kg gel
Arsen	maksimum 2 mg/kg gel
Tembaga	maksimum 30 mg/kg gel
Seng	maksimum 100 mg/kg bahan
Sulfit	maksimum 1000 mg/kg bahan

Menurut Hadiwiyoto (1983), gelatin digolongkan menjadi 5 golongan berdasarkan viskositas dan kekuatan gel yang dinyatakan dalam gram Bloom. Satu gram Bloom adalah ukuran kekuatan gel yang dapat menggerakkan piston dalam alat Bloomgelometer sepanjang jarak tertentu. Pada dasarnya makin tinggi kekuatan gel dan viskositasnya makin tinggi mutu gelatinnya. Pembagian golongan tersebut adalah:

- a. Gelatin berkualitas No.1. mempunyai kekuatan gel 210 gram Bloom dan viskositas 32 milipoise (mp)
- b. Gelatin berkualitas N0.2. mempunyai kekuatan gel 170 gram Bloom dan viskositas 29 mp
- c. Gelatin berkualitas N0.3. mempunyai kekuatan gel 130 gram Bloom dan viskositas 26 mp
- d. Gelatin berkualitas N0.4. mempunyai kekuatan gel 90 gram Bloom dan viskositas 23 mp
- e. Gelatin berkualitas N0.5. mempunyai kekuatan gel 50 gram Bloom dan viskositas 20 mp.

2.8 Aplikasi Gelatin

Dalam industri makanan dan minuman, gelatin banyak dimanfaatkan sebagai bahan penstabil (*stabilizer*) es krim dan keju; penjernih anggur putih, bir, jus, dan sayuran; pengental (*thickener*) yogurt dan pembungkus makanan yang dimakan (*edible coating*); disamping sebagai pengemulsi (*emulsifier*) dan pembentuk gel (*gelling agent*) pada produk-produk makanan lain (Raharja, 2004). Akhir-akhir ini juga marak dipublikasikan mengenai pemanfaatan gelatin untuk restrukturisasi produk makanan.

Dalam industri farmasi dan kedokteran, gelatin banyak dimanfaatkan untuk pembuat kapsul atau binder tablet. Sementara dalam industri fotografi, gelatin dimanfaatkan sebagai bahan pembuat lapisan film atau kertas folio berwarna, film grafis dan sinar X, serta tinta cetak printer (Raharja, 2004). Gelatin juga banyak dimanfaatkan dalam formulasi konveksi, misalnya untuk bahan tambahan pada produk-produk kosmetik.

Aplikasi gelatin pada produk makanan dan minuman sangat dipengaruhi oleh karakteristik gelatin dan tujuan pemanfaatan yang diinginkan. Jenis gelatin yang berbeda karakteristiknya akan berbeda pada proses aplikasinya. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan maka ketepatan penggunaan sangat perlu diperhatikan.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengendalian Mutu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, pada bulan September 2005 – Januari 2006.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan

Bahan baku utama yang digunakan berupa Ikan Kuniran yang diperoleh dari pasar lokal Kepatihan Kabupaten Jember. Bahan-bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah: gelatin komersial curah yang diperoleh dari UD. HMS Jember, aquades, aquades pH 7, es batu (air es), enzim papain komersial, asam asetat 1%, NaCl, Sukrosa, HCl, dan NaOH.

3.2.2 Alat

Peralatan yang digunakan antara lain: timbangan, neraca analitis, beaker glass, spatula, sendok makan, ember plastik, labu ukur, cawan petri, corong, kertas saring, STIRER mr 3000 d MERK Heidolph (Singapura), perangkat kaca penyaring vakum, pompa vakum MZ 2C (Jerman), oven vakum merk Lab-line, perangkat Rotavapor R-124 merk Buchi dan waterbath B-480, waterbath GFL 1083 dan Unitonic-OR, oven merk Memmert, muffle merk Nabertherm, krus porselin, viskometer merk Oswald, *colour reader*, kulkas merk Gorenje, freezer, Rheotex tipe SD-700, Scanning 10 UV merk Genesys (USA), eksikator, penggiling (China), penjepit, pipet teles, pipet ukur, ball pipet, pH meter merk Jenway (Jepang), botol semprot, botol film, dan toples kaca.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan memproduksi gelatin dari hasil buangan hidrolisis enzimatis ikan kuniran dengan 2 perlakuan perbedaan jenis pelarut yang digunakan pada proses hidrolisis dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Kedua perlakuan tersebut adalah:

A = hidrolisis dengan menggunakan asam asetat 1%

B = hidrolisis dengan menggunakan NaOH 0,3%

Hasil pengamatan kemudian dianalisa secara deskriptif dan dibandingkan dengan gelatin komersial (K). Hasil akhir yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, untuk selanjutnya diinterpretasikan sesuai dengan hasil penelitian yang diperoleh.

3.3.2 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang diambil untuk analisa sampel meliputi:

- a. Rendemen
- b. Warna
- c. Kadar abu
- d. Kekuatan gel
- e. Viskositas
- f. Panjang gelombang serapan maksimum

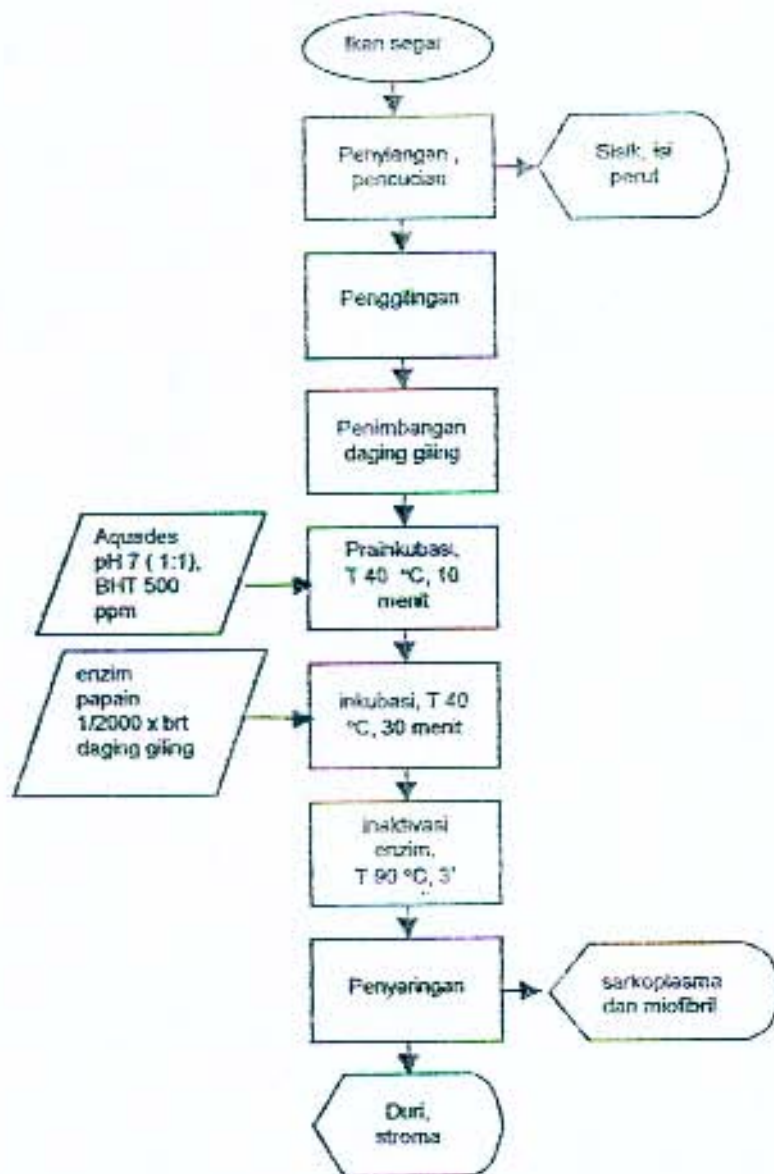
3.4 Prosedur Kerja

Kegiatan penelitian dibagi menjadi dua tahap, yaitu preparasi sampel dan produksi sampel. Preparasi sampel yang dilakukan adalah sebagai berikut: ikan segar yang telah dibeli dari Pasar Kepatihan, segera dicuci dan dibersihkan dari kotoran isi perut, insang, maupun kotoran-kotoran lain yang masih melekat. Selama proses menunggu untuk dilakukan proses berikutnya, ikan harus disimpan dalam air es atau freezer untuk menjaga kesegarannya.

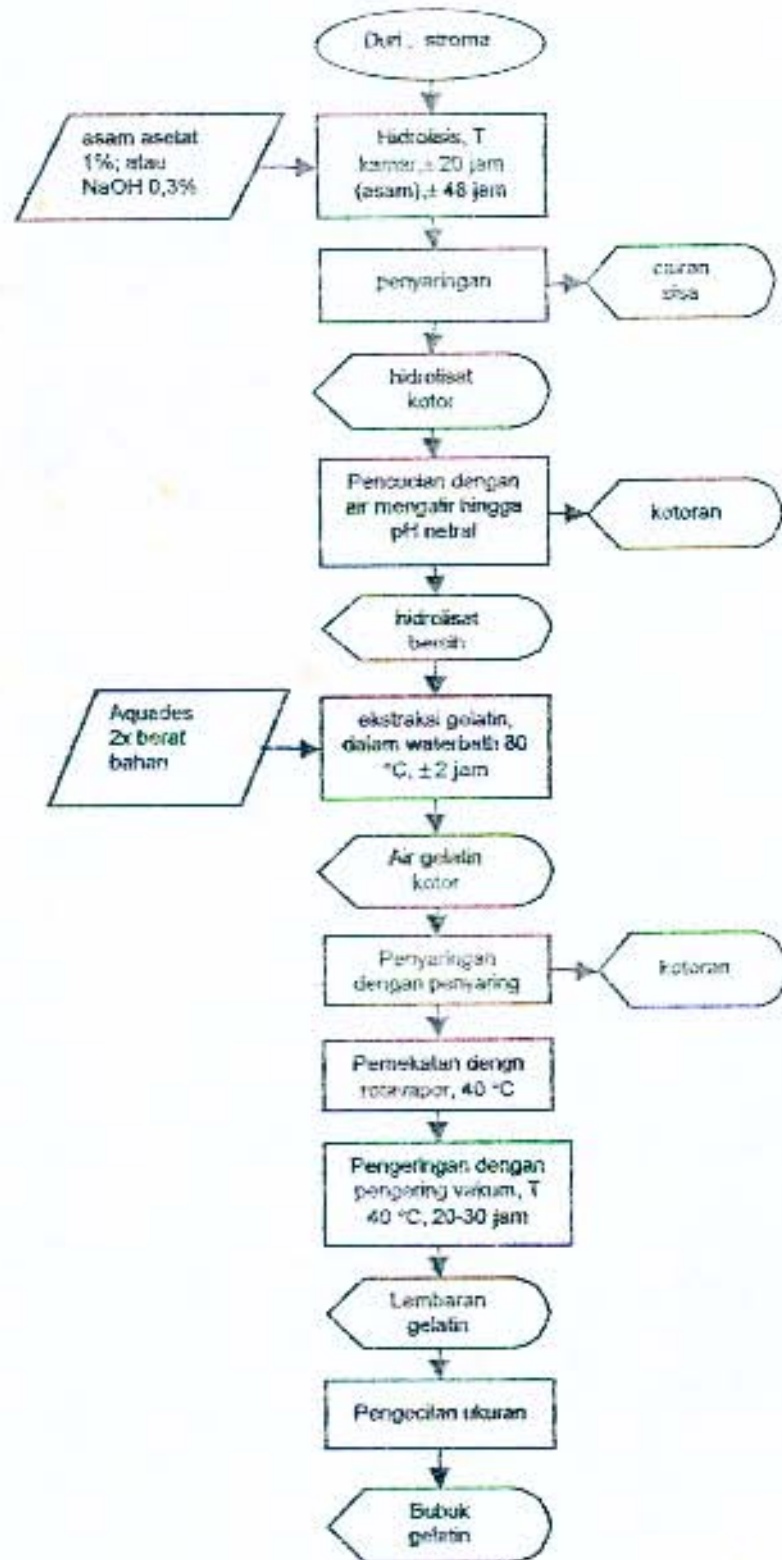
Ikan yang telah bersih kemudian digiling, ditimbang, dan ditambah aquades pH 7 dengan perbandingan berat daging giling dan volume aquades (1:1) dan BHT (*Butylated hydroxytoluene*) sebesar 500 ppm. Setelah itu dilakukan pengadukan, dan diinkubasi dalam waterbath bersuhu 40 °C selama 10 menit. Setelah sepuluh menit, kemudian dalam campuran tersebut ditambahkan enzim papain sebesar 1/2000 kali berat daging giling, diaduk, dan dilanjutkan dengan inkubasi selama 30 menit pada water bath yang sama. Tahapan selanjutnya adalah inaktivasi enzim dengan jalan merendam campuran dalam air bersuhu 90 °C selama 3 menit, kemudian campuran disaring untuk memisahkan cairan miofibril dengan sisa hasil buangan hidrolisis enzimatis. Hasil buangan hidrolisis enzimatis inilah yang kemudian digunakan sebagai bahan baku pembuatan sampel gelatin. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

Tahap kedua adalah produksi gelatin. Sisa hasil buangan hidrolisis enzimatis yang didapatkan dari tahap preparasi sampel kemudian ditimbang, dan dihidrolisis menggunakan asam/basa yang berlebih (± 4 kali berat bahan). Asam yang digunakan adalah asam asetat konsentrasi 1%, sedangkan basanya adalah NaOH 0,3%. Lama hidrolisis untuk pelarut asam adalah ± 20 jam, sedangkan untuk pelarut basa adalah ± 48 jam, pada suhu kamar.

Setelah dihidrolisis, bahan kemudian dicuci dengan air mengalir hingga pH netral. Kemudian dilakukan tahapan ekstraksi kolagen dengan terlebih dahulu menimbang berat bahan bersih setelah hidrolisis dan menambalnya dengan aquades sebanyak 2 kali atau lebih dari berat bahan tersebut. Ekstraksi dilakukan pada suhu 80 °C selama kurang lebih 2 jam. Setelah dua jam, kemudian campuran disaring untuk mendapatkan air gelatin. Air gelatin yang diperoleh kemudian dipekatkan dengan Rotavapor, pada suhu 40 °C. Setelah dirasa cukup pekat, air gelatin kemudian diletakkan dalam cawan petri dan dikeringkan dengan menggunakan oven vakum bersuhu 40 °C, tekanan 2 – 2.5 Psi, selama kurang lebih 20 – 30 jam tergantung banyaknya sampel yang dikeringkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Preparasi Sampel



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Produksi Gelatin

3.5 Pengamatan Parameter

a. Rendemen

Penentuan rendemen dilakukan dengan jalan menimbang berat ekstrak gelatin kering (a g) dan berat hidrolisat bersih sebelum proses ekstraksi gelatin (b g). Rendemen ekstrak total gelatin kering dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

b. Warna dengan colour reader

Untuk mengukur warna dengan *colour reader*, pertama-tama *colour reader* diaktifkan dengan menekan tombol *on*. Pengukuran diawali dengan standardisasi alat menggunakan keramik standar yang mempunyai nilai L, a, b, berturut-turut adalah 94.35; -5.75; dan 6.51. Kemudian ujung lensa alat ditempelkan pada permukaan bahan yang akan diamati. Pengukuran dilakukan sebanyak n kali pada daerah yang berbeda dan dirata-rata. Mencatat nilai yang tertera pada layar, yaitu dL, d \bar{L} , da, dan db. Pengolahan data dilakukan dengan rumus:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$H = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}$$

$$W = 100 - ((100-L)^2 + ((a^*)^2 + (b^*)^2))^{0.5}$$

$$L = \text{Standar} + dL$$

$$a^* = \text{Standar} + da$$

$$b^* = \text{Standar} + db$$

Parameter yang diamati adalah:

L = kecerahan warna, nilai berkisar antara 0 - 100 yang menunjukkan warna hitam hingga putih

a* = nilai berkisar antara -80 - (100), menunjukkan warna hijau hingga merah

- b^* = nilai berkisar $-80 - (70)$, menunjukkan warna biru hingga kuning
 c^* = croma, intensitas warna, $c^* - 0$ = tidak berwarna. Semakin besar c^* berarti intensitas warna semakin besar
 H = hue, sudut warna (0 = warna netral, 90 = kuning, 180 = hijau, 270 = biru).
 W = derajat keputihan

c. Kadar Abu (Sudarmadji, dkk. 1984)

Krus porselen dikeringkan dalam oven selama kurang lebih 15 menit, didinginkan dalam eksikator selama kurang lebih 15 menit, dan ditimbang beratnya (misal = a g). Sampel yang telah diketahui beratnya dimasukkan lalu ditimbang beratnya (misal = b g). Pijarkan dalam tanur pengabuan pada suhu 400 °C sampai mengeluarkan asap (± 1 jam). Setelah asap habis, suhu dinaikkan hingga 550 °C dan dipijarkan selama ± 3 jam. Dinginkan krus porselen dalam tanur semalaman dan masukkan dalam eksikator selama 15 menit. Timbang krus porselen (c g), ulangi hingga berat konstan.

$$\text{Kadar abu} = \frac{(c - a)}{(b - a)} \times 100\%$$

d. Kekuatan Gel dengan Rheotex

Kekuatan gel diukur dengan terlebih dahulu memanaskan larutan 6,67% gelatin dalam waterbath suhu 45 °C selama 40 menit. Setelah 40 menit, larutan diambil, dimasukkan ke dalam botol film yang seragam dan ditutup rapat kemudian didinginkan dalam air es selama kurang lebih 5 menit. Setelah itu diinkubasi dalam kulkas suhu 8 °C selama 18 ± 2 jam, baru kemudian diukur dengan Rheotex. Pertama-tama listrik di-on-kan, kemudian diikuti dengan menekan tombol power pada Rheotex. Selanjutnya pilih menu *peak* dan *hold*. Untuk mulai mengukur kekuatan gel maka jarum rheotex dipasang, bahan ditempatkan pada tempatnya, diatur jarak antara jarum dan gel, baru kemudian ditekan tombol *start*. Tampilan yang muncul pada

layar merupakan besaran hasil yang menyatakan kekuatan gel dari bahan, dan dinyatakan dalam g/0,5 mm.

Pengamatan parameter kekuatan gel gelatin dilakukan pada:

- (1) pH pada level 2, 4, 6, 8, 10 terhadap larutan gelatin 6,67% (b/v). pengaturan pH dilakukan dengan penambahan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N.
- (2) penambahan sukrosa dan NaCl terhadap larutan gelatin 6,67% (b/v) pada level konsentrasi masing-masing adalah 0, 2, 4, 8, 16% (b/v).

e. Viskositas dengan Viskometer Oswald

Seperti halnya kekuatan gel, viskositas larutan gelatin juga diukur berdasarkan parameter variasi pH, dan variasi konsentrasi sukrosa/NaCl yang ditambahkan. Pengukuran viskositas dilakukan menggunakan alat viskometer Oswald. Sampel sebanyak $\pm 250 \mu\text{l}$ dimasukkan ke alat viskometer Oswald, dengan menggunakan *stopwatch* diukur waktu alirnya dalam detik. Besarnya nilai viskositas diukur dengan cara membandingkan dengan besarnya viskositas air pada suhu kamar (28°C) yaitu $827,681 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ dan waktu alir 2,123 detik. Selanjutnya besarnya viskositas dihitung dengan rumus berikut.

$$T1 \times \eta2 = T2 \times \eta1$$

Dimana:

T1 = waktu alir air (2,123 detik)

T2 = waktu alir bahan

$\eta1$ = viskositas air ($827,681 \times 10^{-5} \text{ Pa}$)

$\eta2$ = viskositas bahan

Nilai viskositas yang diperoleh kemudian dikonversi ke satuan milipoise (mp) dengan rumus:

$$\eta2 \text{ (mp)} = \eta2 \text{ (Pa)} \times T2 \text{ (detik)} \times 100 \quad (\text{Kamajaya dan Linggih, 1988}).$$

f. Panjang Gelombang Serapan Maksimum Gelatin dengan Scanning 10 UV

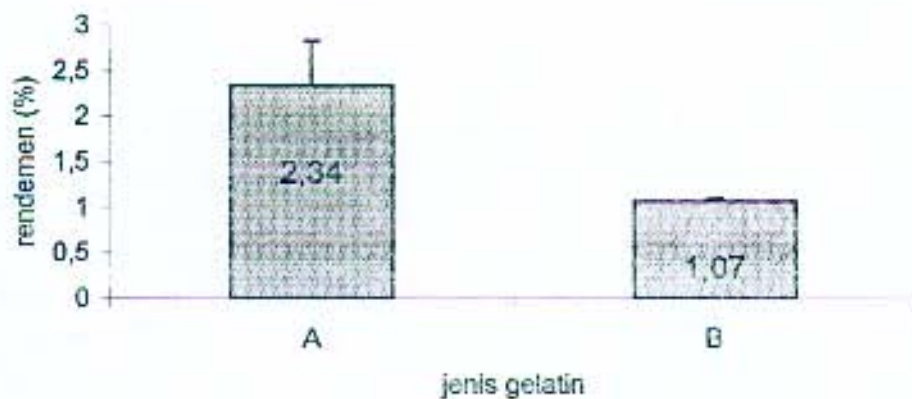
Penentuan panjang gelombang serapan maksimum gelatin dilakukan dengan terlebih dahulu mempersiapkan larutan sampel, yaitu dengan melarutkan sejumlah tertentu gelatin dalam aquades hingga konsentrasi 0,05% (standar konsentrasi diperoleh melalui uji pendahuluan).

Langkah selanjutnya, alat *Scanning* dihubungkan listrik dan dihidupkan, kemudian ditunggu hingga alat *Scan* siap dipergunakan. Setelah siap, kemudian dikalibrasi menggunakan aquades dengan jalan menekan tombol *run test* lalu *collect baseline*, baru kemudian dilakukan pengujian terhadap sampel gelatin. Sampel dalam kuvet diletakkan pada alat *Scan*, kemudian dilanjutkan dengan menekan tombol *measure test*. Gambar grafik *scan* yang diperoleh beserta data tabulasinya selanjutnya di *print-out*. Penentuan panjang gelombang serapan maksimum dilakukan dengan mencari nilai absorbansi terbesar pada kisaran panjang gelombang yang telah ditentukan.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rendemen

Pengukuran rendemen dilakukan dengan cara membandingkan antara berat gelatin kering yang diperoleh dengan berat bahan baku yang digunakan, dalam hal ini adalah bahan sebelum diekstraksi menggunakan air 80 °C selama ± 2 jam. Dari hasil perhitungan diketahui besar rendemen gelatin tipe A adalah sebesar $(2.34 \pm 0.49)\%$ dan gelatin B sebesar $(1.08 \pm 0.03)\%$. Histogram dari nilai perhitungan dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1. Histogram Rendemen Gelatin Kering

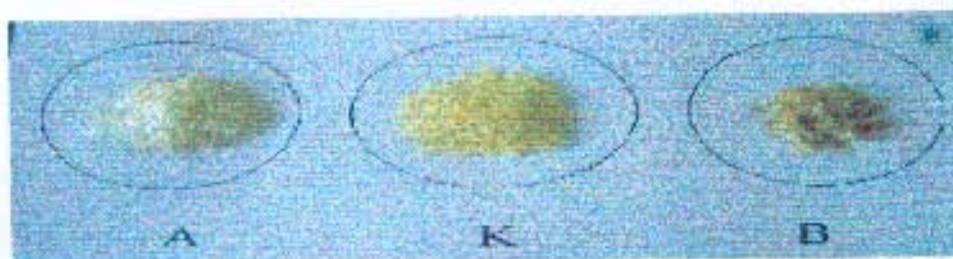
Dari gambar di atas diketahui bahwa rendemen gelatin tipe B lebih kecil dibandingkan rendemen gelatin tipe A. Hidrolisis asam atau basa tidak mampu melarutkan kolagen sehingga hidrolisis asam atau basa digunakan untuk membersihkan kolagen dari protein lain (Sudarmadji, dkk., 1996). Selain itu, hidrolisis asam atau basa juga berfungsi dalam penguraian struktur "triple heliks" kolagen.

Asam atau basa memecah ikatan silang polipeptida pada kolagen, memutus sejumlah terbatas ikatan peptida untuk memperpendek rantai, menjadi polipeptida

rantai α ataupun peptida sederhana yang bersifat lebih larut karena semakin banyaknya gugus NH_3^+ dan COO^- hasil hidrolisa. Oleh karena perbedaan afinitas antara H_3O^+ dari asam lemah dengan OH^- dari basa kuat maka kekuatan keduanya juga akan berbeda dalam memecah polipeptida. Mengingat kemampuan basa yang lebih besar dalam menghidrolisis (Girinda, 1986) maka basa akan lebih efektif memisahkan komponen non kolagen sehingga kolagen hasil hidrolisis lebih bersih., dengan demikian gelatin yang dihasilkan akan lebih murni. Dengan semakin murninya gelatin yang dihasilkan maka dengan satuan berat bahan baku yang sama akan diperoleh rendemen total gelatin tipe B yang relatif lebih kecil.

4.2 Warna

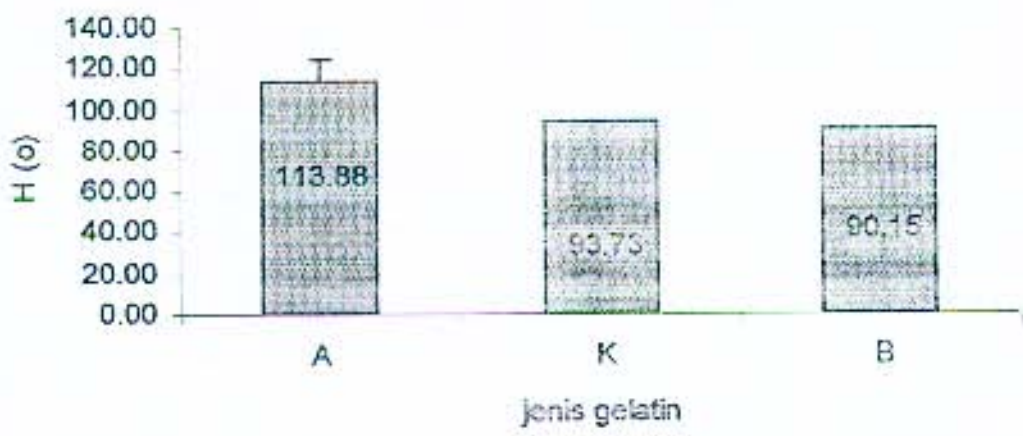
Secara fisik gelatin berwarna kuning cerah atau transparan (**Gambar 4.2**). Warna ini diduga berasal dari reaksi nitrasi pada inti benzena yang terdapat pada molekul protein dengan adanya pemanasan (Poedjiadi, 1994). Hal ini didasarkan pada komposisi gelatin yang mengandung fenilalanin ($\pm 2\%$), dan tirosin ($< 0.5\%$) yang memiliki inti benzena dalam strukturnya (Stevens, 1992). Nitrat yang tersubstitusi pada inti benzena tersebut berasal dari prolin dan hidroksiprolin yang merupakan protein khas dalam gelatin, dan merupakan gugus amina sekunder (yaitu gugus amina yang terikat pada 2 atom C kiral). Reaksi yang terjadi antara keduanya akan menghasilkan warna kuning. Prinsip ini didasarkan pada reaksi ninhidrin pada gugus amina dan reaksi Xantoprotein (Girinda, 1986). Warna kuning gelatin diduga lebih dipengaruhi oleh kandungan hidroksiprolinnya.



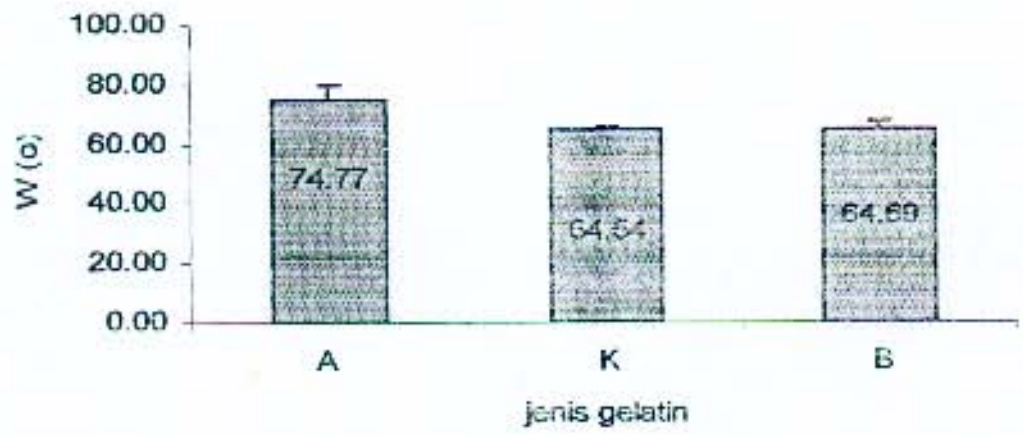
Gambar 4.2. Gelatin

Warna gelatin B yang cenderung lebih kecoklatan jika dibandingkan dengan warna gelatin A. Hal ini diduga disebabkan oleh interaksi yang terjadi antara hasil reaksi xantoprotein dengan basa.

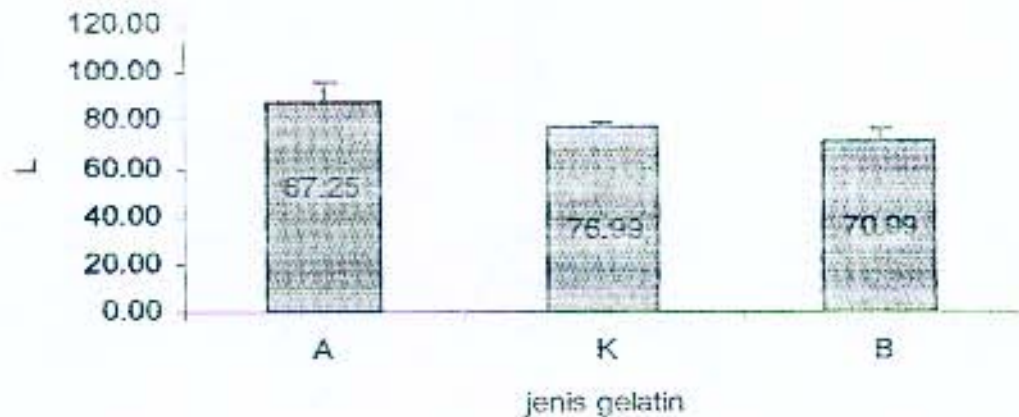
Pengukuran parameter warna gelatin juga dilakukan dengan menggunakan *colour reader*. Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.3.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.3. Histogram Parameter Warna Gelatin (a) nilai sudut warna, (b) nilai derajat keputihan, (c) nilai kecerahan warna

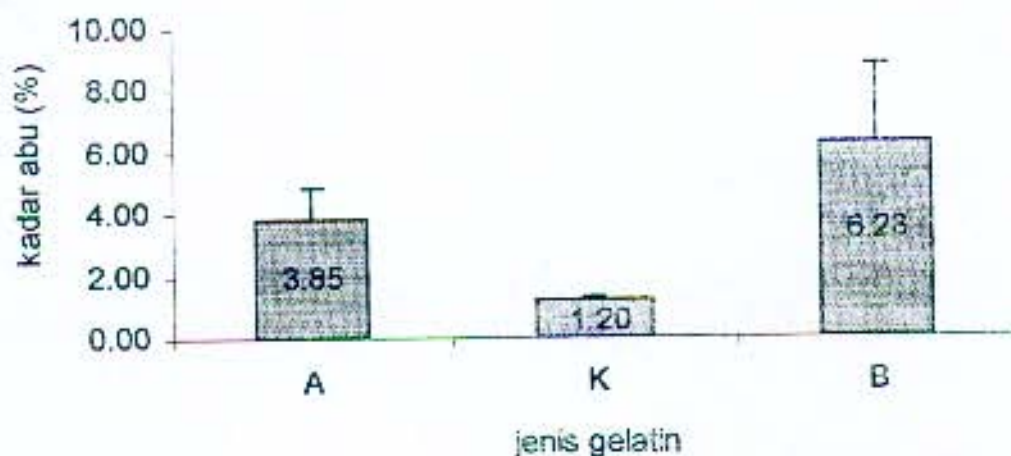
Dari gambar tersebut diperoleh informasi bahwa gelatin komersial memiliki sudut warna (93.73 ± 0.57)°, derajat keputihan (64.54 ± 0.87)°, dan kecerahan 76.99 ± 1.82 ; gelatin A memiliki sudut warna (113.88 ± 9.87)°, derajat keputihan (74.77 ± 5.25)°, dan kecerahan 87.25 ± 8.97 ; gelatin B memiliki sudut warna (90.15 ± 0.42)°, derajat keputihan (64.69 ± 2.18)°, dan kecerahan 70.99 ± 4.74 . Dari sini dapat diketahui bahwa semua gelatin berwarna kuning ke arah hijau (kuning kehijauan) dengan intensitas hijau tertinggi pada gelatin A. Warna hijau yang terpancar diduga berasal dari hamburan cahaya oleh permukaan bubuk atau serpihan gelatin yang bening, sedangkan warna kuning yang terpancar merupakan akibat dari adanya kandungan prolin dan hidroksprolin dalam gelatin.

Berdasarkan hasil di atas juga dapat diketahui bahwa gelatin A memiliki derajat keputihan dan nilai kecerahan terbesar. Jika dilihat secara fisik, gelatin A memang sedikit lebih putih dan cerah dengan struktur serbuk yang lebih halus dibanding gelatin B maupun gelatin komersial. Hal ini diduga dipengaruhi oleh

komponen yang terkandung didalamnya, yang banyak mengandung komponen non-gelatin sebagai hasil hidrolisis asam yang diberikan.

4.3 Kadar Abu

Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan (Sudarmadji, dkk., 1996). Mineral dalam protein pada dasarnya memang sudah ada secara alami. Menurut Winarno (1997), molckul-molekul protein mengandung fosfor, belerang, dan unsur-unsur logam seperti tembaga dan besi. Selain itu, menurut Sudarmadji, dkk. (1996) ikan (hasil laut) juga banyak mengandung Kalsium (Ca), Potasium (K), dan Zink (Zn). Schingga dapat dipastikan bahwa secara alami protein memiliki kadar abu tertentu. Hasil perhitungan kadar abu yang didapatkan dapat dilihat pada histogram **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4. Histogram Kadar Abu Gelatin

Dari histogram tersebut terlihat bahwa kadar abu gelatin hasil penelitian lebih besar dibandingkan gelatin komersial. Hal ini diduga disebabkan oleh gelatin komersial sudah mengalami pemurnian, salah satunya sudah melalui proses

demineralisasi. Akibatnya, kadar abu gelatin komersial lebih kecil dari pada gelatin hasil penelitian yang pada dasarnya belum atau tidak dilakukan proses pemurnian.

Dari histogram di atas juga dapat diketahui bahwa kadar abu gelatin tipe B lebih besar dibandingkan kadar abu gelatin tipe A. Hal ini diduga berasal dari residu mineral Na dari basa NaOH yang digunakan pada proses hidrolisis. Mengacu pada hasil tersebut maka diketahui bahwa gelatin hasil penelitian (terutama yang tipe B) belum memenuhi standar mutu gelatin menurut SNI dalam pemanfaatannya sebagai bahan tambahan pangan yaitu nilai kadar abu yang tidak boleh lebih dari 3.25%, sehingga perlu dilakukan proses lebih lanjut seperti demineralisasi sebelum diaplikasikan pada produk pangan. Proses demineralisasi tersebut dapat dilakukan dengan jalan ultrafiltrasi, dialisis, maupun dengan penukar ion.

Kandungan abu (mineral) gelatin hasil penelitian yang relatif lebih besar (terutama tipe B) dibandingkan gelatin komersial pembanding diduga dapat mempengaruhi sifat-sifat fungsionalnya. Seperti yang telah dipaparkan Xiong (1997) bahwasanya keberadaan mineral dapat berinteraksi dengan protein gelatin dan menimbulkan perubahan struktur dan konformasi proteinnya. Dengan berubahnya struktur dan konformasi protein maka sifat-sifat protein juga akan berubah.

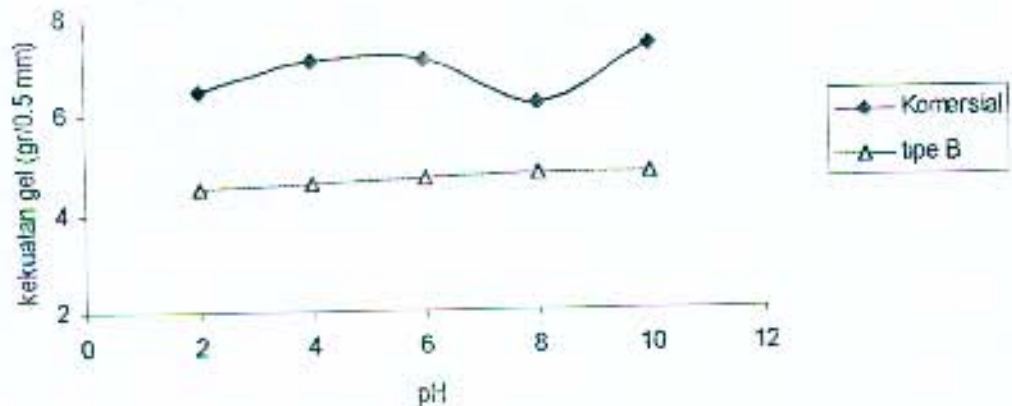
Berdasarkan gambar di atas juga dapat diketahui bahwa variasi data kadar abu untuk gelatin tipe B cukup besar. Hal ini diduga karena perbedaan waktu proses yang dikenakan untuk setiap ulangan sampel yang dibuat. Perbedaan waktu proses tersebut memungkinkan terjadinya variasi jenis ikan yang digunakan.

4.4 Kekuatan Gel

Penentuan kekuatan gel gelatin dilakukan dengan menggunakan rheotex dengan satuan g/0,5mm. Pengamatan parameter kekuatan gel gelatin dilakukan untuk mengetahui pengaruh pH, penambahan sukrosa dan NaCl terhadap kekuatan gel gelatin.

4.4.1 Pengaruh pH terhadap Kekuatan Gel

Hasil analisa pengaruh pH terhadap kekuatan gel gelatin tipe A dan tipe B dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.



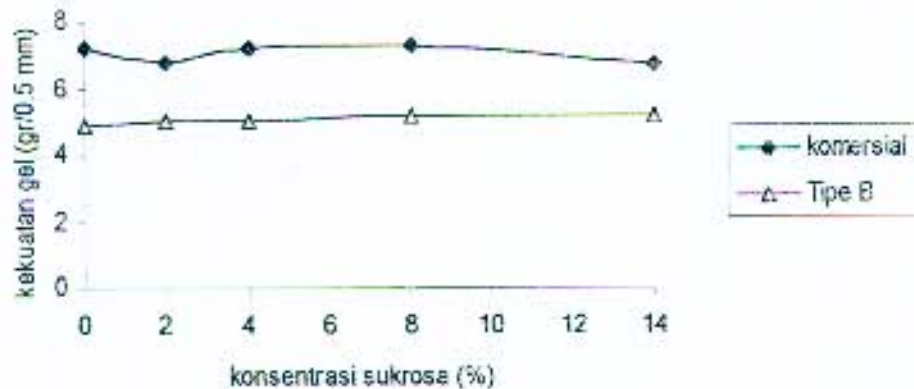
Gambar 4.5. Grafik Pengaruh pH terhadap Kekuatan Gel Gelatin (gelatin tipe A tidak membentuk gel)

Dari gambar di atas diketahui bahwa gelatin komersial memiliki kekuatan gel terendah pada pH 8, gelatin B cenderung tidak terpengaruh oleh pH, dan gelatin A tidak dapat diketahui pengaruhnya karena tidak membentuk gel. pH 8 merupakan titik isoionik gelatin sehingga kekuatan ionik gelatin komersial dalam larutan rendah. Akibatnya, daya ikat terhadap air dalam matrik menurun dan kekuatan gel menjadi kecil. Gelatin B cenderung tidak terpengaruh oleh pH. Hal ini mungkin disebabkan oleh baiknya keseimbangan yang terbentuk dari interaksi antara zat terlarut dengan solven yang diberikan sehingga gel yang terbentuk relatif stabil pada kisaran pH yang ditentukan.

Berdasarkan hasil di atas maka dapat diketahui bahwa gelatin hasil penelitian (tipe B) memiliki kekuatan gel yang cenderung tidak terpengaruh oleh pH. Dengan demikian gelatin jenis ini baik diaplikasikan pada produk-produk yang membutuhkan kekuatan gel sedang, baik yang bersifat asam maupun basa.

4.4.2 Pengaruh Penambahan Sukrosa terhadap Kekuatan Gel Gelatin

Dari hasil pengukuran yang diperoleh diketahui bahwa penambahan sukrosa relatif mampu memperbesar kekutan gel gelatin (meski cukup kecil pengaruhnya). Hasil pengukuran mengenai hal tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.6**.



Gambar 4.6. Grafik Pengaruh Penambahan Sukrosa terhadap Kekuatan Gel (gelatin tipe A tidak membentuk gel)

Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa penambahan sukrosa 2% terhadap gelatin komersial menyebabkan penurunan kekuatan gel. Hal ini diduga karena pada konsentrasi tersebut kompetisi antara protein dan polimer glukosa dalam mengikat air cukup besar. Akibatnya, kekuatan gel semakin menurun. Pada penambahan sukrosa lebih dari 2%, kekuatan gel meningkat dan relatif sama dengan tanpa penambahan sukrosa. Hal ini diduga karena pada kondisi ini protein mampu mengimbangi kemampuan ikat air polimer glukosa sehingga penambahan sukrosa tersebut tidak mampu mempengaruhi kestabilan pembentukan matrik gel.

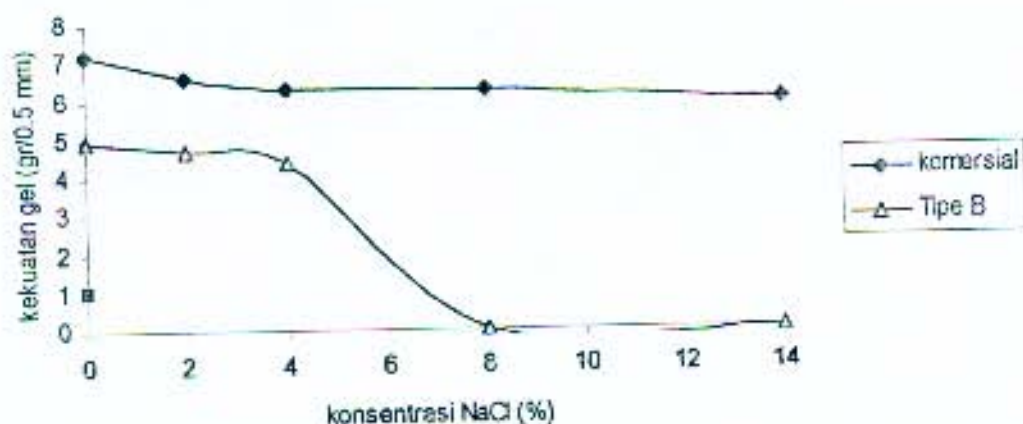
Penambahan sukrosa 14% justru semakin menurunkan kekuatan gel gelatin komersial. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi tersebut, kompetisi antara protein gelatin dengan polimer glukosa dalam mengikat air semakin ketat. Akibatnya, gelatin mengalami presipitasi yang kemudian akan dapat menurunkan kemampuan

membentuk gel atau dapat menurunkan kekerasan dari produk (gel) (Marrs, 1982). Fakta tersebut didukung oleh salah satu teori pembentukan gel yang disebutkan dalam Meyer (1973), bahwa pembentukan gel tergantung seberapa baik keseimbangan antara atraksi molekul terlarut untuk saling tarik menarik satu dengan yang lain, dengan kemampuan menarik masing-masing molekul terhadap molekul pelarut yang diberikan. Apabila molekul pelarut terlalu kuat menarik zat terlarut, kemudian zat terlarut tidak punya kesempatan untuk kontak satu dengan yang lainnya maka pembentukan matrik tidak mungkin terjadi. Pada kondisi ini gel tidak terbentuk. Di lain sisi, apabila daya tarik menarik molekul terlarut satu dengan yang lain terlalu kuat maka dispersi dalam pelarut tidak akan terjadi. Presipitasi atau terbentuknya komponen yang tidak larut akan lebih terbentuk dari pada gel.

Dari gambar di atas diketahui bahwa penambahan sukrosa pada gelatin tipe B memberikan efek meningkatkan kekuatan gel meskipun relatif kecil. Efek penambahan sukrosa yang mampu meningkatkan kekuatan gel gelatin ini sesuai dengan apa yang dilaporkan Choi and Regenstein (2000) yang menyebutkan bahwa keberadaan sukrosa dalam larutan gelatin dapat meningkatkan kekuatan gel karena sukrosa dapat menstabilkan ikatan hidrogen. Dengan stabilnya ikatan hidrogen protein maka pembentukan matrik gel semakin mantap. Dapat dikatakan bahwa gelatin dari hasil buangan hidrolisis enzimatis ikan kuniran memiliki kestabilan gel yang lebih baik terhadap keberadaan polimer glukosa sebab dengan penambahan sukrosa 14% belum mampu mengakibatkan presipitasi gelatin namun justru cenderung mampu meningkatkan kestabilan ikatan dalam matrik gel.

4.4.3 Pengaruh Penambahan NaCl terhadap Kekuatan Gel Gelatin

Hasil pengukuran kekuatan gel gelatin yang diperlakukan dengan penambahan NaCl dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Grafik Pengaruh Penambahan NaCl terhadap Kekuatan Gel Gelatin (gelatin tipe A tidak membentuk gel)

Dari gambar tersebut terlihat jelas bahwa semakin besar penambahan NaCl maka kekuatan gel semakin menurun, terlebih-lebih pada gelatin B, setelah penambahan 4% kekuatan gel turun dengan drastis. Hasil ini senada dengan apa yang telah dikemukakan oleh Choi and Regenstein (2000) bahwa NaCl mampu merusak ikatan hidrogen dan ikatan hidrofobik yang berperan penting pada pembentukan matrik gel. Akibatnya, terjadi pencegahan kestabilan ikatan-ikatan pada gel sehingga kekuatan gel semakin menurun dengan semakin tingginya konsentrasi NaCl yang ditambahkan.

Jika dibandingkan antara pengaruh perlakuan alkali (NaOH) dengan penambahan NaCl, maka dapat diambil suatu hasil bahwa kedua perlakuan tersebut akan meninggalkan residu mineral Na pada gelatin. Dengan semakin tingginya konsentrasi NaCl yang ditambahkan maka residu mineral Na yang tertinggal juga semakin besar. Demikian pula perlakuan alkali, residu mineral juga lebih besar jika

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan-kesimpulan sebagai berikut:

1. Gelatin tipe A (hidrolisis menggunakan asam) mempunyai rendemen total rata-rata $(2.34 \pm 0.49)\%$, sudut warna $(113.88 \pm 9.87)^\circ$, derajat keputihan $(74.77 \pm 5.25)^\circ$, kecerahan (87.25 ± 8.97) , kadar abu rata-rata 3.85%, viskositas rata-rata 3.90 mp, tidak membentuk gel, dan λ maksimum pada (205 ± 1) .
2. Gelatin tipe B (hidrolisis menggunakan basa) mempunyai rendemen total rata-rata $(1.07 \pm 0.03)\%$, sudut warna $(90.15 \pm 0.42)^\circ$, derajat keputihan $(64.69 \pm 2.18)^\circ$, kecerahan (70.99 ± 4.74) , kadar abu rata-rata $(6.23 \pm 2.49)\%$, viskositas rata-rata 13.62 mp, kekuatan gel rata-rata 4.90 g/0.5 mm, dan λ maksimum pada (202 ± 1) . Gelatin tipe B memiliki karakteristik yang lebih mendekati gelatin komersial pada parameter warna (*colour reader*), kekuatan gel, viskositas, dan λ maksimum. Gelatin tipe B diduga lebih murni dibandingkan gelatin tipe A.

5.2 Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa gelatin dari sisa hasil buangan hidrolisis enzimatis ikan kuniran, terutama yang basa, masih memiliki kadar abu yang cukup besar sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai teknik produksi yang lebih baik, yang dapat mengurangi kadar abu tersebut.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi gelatin dari sisa hasil buangan hidrolisis enzimatis ikan kuniran pada produk pangan maupun non-pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. *Biokimia I*. Jember: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember (Buku ajar yang tidak dipublikasikan untuk umum)
- Anonim. 2005. "Collagen" [seri on line]. <http://www.Symmation.com/gallery/view.php>
- Astawan, M., Hariyadi, P., dan Mulyani, A. 2002. *Analisis Sifat Reologi Gelatin dari Kulit Ikan Cucut*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol XIII, No.1
- Baily, A. J. and Light, N. D. 1989. *Genes, Biosynthesis and Degradation of Collagen in Connective Tissue in Meat and Meat Products*. London and New York: Elsevier Applied Science
- Chaplin, M. 2005. "Gelatin" [on line]. <http://www.lsbu.ac.uk/water/search> [3 Februari 2005]
- Choi, S. S. and J. M. Regenstien. 2000. *Physicochemical and Sensory Characteristics of Fish Gelatin*. Journal of Food Science. Vol 65, No. 2
- Cole, C. G. B., and Roberts, J. J. 1996. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*
- Deman, J. M. 1997. *Kimia Makanan*. Bandung: ITB-Press
- Eastoe, J. E., and Leach, A. A. 1958. "A Survey of recent work on the amino acid composition of vertebrate collagen and gelatin" in *Recent Advances in Gelatin and Glue Research*. G. Stainsby (Ed). London: Pergamon Press
- Fennema, O. R. (ed). 1976. *Principle of Food Science*. New York: Marcel Decker Inc
- Fessenden, R.J. and Fessenden, J. S. 1997. *Dasar-dasar kimia Organik*. Alih bahasa: Dra. Sukmariah Maun, Dra. Kamianti Anas, Dra. Tilda S. Sally. Jakarta: Binarupa Aksara
- 1999. *Kimia Organik*. Alih bahasa: A. H. Pudjaatmaka PhD. Jakarta: Eriangga

- Girinda, A. 1986. *Biokimia I*. Jakarta:PT Gramedia Pustaka Utama
- Hadiwiyoto, S. 1983. *Hasil-hasil Olahan Susu, Daging, dan Telur*. Yogyakarta:Liberty
- Junianto. 2003. *Teknik Penanganan Ikan*. Jakarta:Penebar Swadaya
- Kamajaya dan Linggih, S. 1988. *Fisika*. Bandung:Ganeca Exact
- Kinsella, S. E., Damodaran, S., German, B. 1985. "Physicochemical and Fungsional Properties of Oil Seed Protein with Emphasis on Soy Proteins" in *New Protein Foods*. Altschul A. M. and Wiloke H. L. (Eds). New York:Academic Press
- Lehninger. 1982. *Dasar-dasar Biokimia jilid I*. Jakarta:Erlangga
- Maga, J. A. 1998. *Umami Flavor of Meat*. In *Flavor of Meat, Meat Products, and Seafood*. Shahidi, F. (Ed). London: Blachie Academic and Professional
- Marrs, W. M. 1982. *Gelatin/carbohydrate interaction and their effect on the struktur and texture of confectionery gels* in *Progress in Food science and Nutrition*. G. O. Phillips, P. A. Williams, D. J. Wedlok (Ed). Oxford:Pergamon Press
- Martin, M., Jr.1980. *Protein Functionally in Food System*. New York:Marcel Decker Inc
- Martoharsono, S. 1998. *Biokimia Jilid I*. Yogyakarta:UGM-Press
- Meyer, L. H. 1973. *Food Chemistry*. New Delhi:Affiliated East-West Press PVT.LTD
- Murdjito, B. A. 2001. *Pembuatan Tepung Ikan*. Jakarta:Kanisius
- Nielsen. 1997. *Food Protein and Their Application*. New York:Marcel Decker Inc.
- Page, D. S. 1997. *Prinsip-prinsip Biokimia*. Penerjemah Drs. K. Soendoro. Jakarta:Penerbit Erlangga
- Poedjiadi, A. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta:UI-Press
- Raharja, K. 2004. "Manfaat Gelatin Ikan Pari" [on line]. <http://www.Kedaulatan-rakyat.com>

- Reich, G., S. Walther, F. Stather. 1962. Deutsche Lederinstitut Frieberg/SA. 18-15
- Stainsby, G. 1977. "The Gelatin Gel and The Sol-Gel Transformation" In Ward, A. G. and A. Courts (Ed). *The Science and technology of Gelatin*. New York:Academic Press
- Stevens, P. V. 1992. Food Australia. 44 (7), 320-324
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1996. *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta:Liberty
- Suhartono, M. T. 1992. *Protease*. Bogor:IPB
- Surono, N., et. al. 1994. *Penerapan Paket Teknologi Pengolahan Gelatin dari ikan Cucut*. Laporan BBPMHP, Jakarta
- Suzuki, T. 1981. *Fish and Krill Protein Technology*. London:Applied Science Pub, Ltd.
- Utama, H. 1997. *Gelatin yang Bikin Heboh*. Jurnal Halal LPPOM-MUI
- Ward, A. G. 1958. "Conversion of collagen to gelatin, and chemical composition" in *Recent Advances in Gelatin and Glue Research*. G. Stainsby (Ed). London:Pergamon Press
- Winarno, F. G. dan Fardiaz. 1984. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta:PT Gramedia Pustaka Utama
- Winarno, F. G. 1995. *Enzim Pangan*. Jakarta:PT Gramedia Pustaka Utama
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta:PT Gramedia Pustaka Utama
- Xiong, Y. L. 1997. "Structure-function Relationship of Muscle Protein". In Damodoran, S. and Paraf A. Eds. *Food Protein and Their Applications*. New York:Marcel Decker
- Zayas, J. F. 1997. *Functionally of Protein in Food*. Berlin:Springer



Lampiran 1. Data Rendemen Gelatin

Jenis Gelatin	ulangan	Rendemen (%)	Rata-rata(%)	Sd
A	1	2.85	2.34	0.49
	2	2.30		
	3	1.88		
B	1	1.05	1.07	0.03
	2	1.06		
	3	1.11		

Lampiran 2. Data Kadar Abu

Jenis gelatin	ulangan	kadar abu (%)	rata-rata (%)	Sd
K	1	1.13	1.20	0.13
	2	1.35		
	3	1.12		
A	1	4.26	3.85	1.03
	2	4.61		
	3	2.68		
B	1	8.11	6.28	2.49
	2	3.45		
	3	7.28		

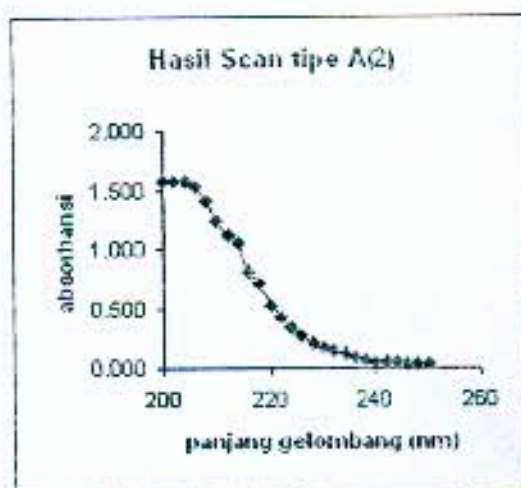
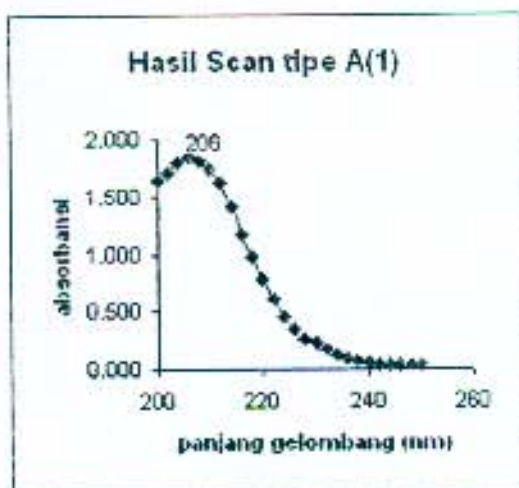
Lampiran 3. Nilai Komponen Warna

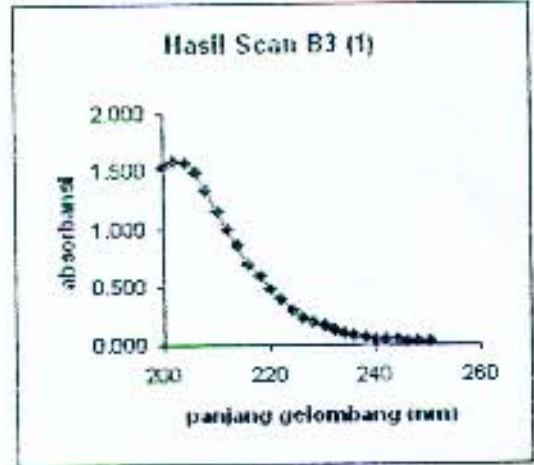
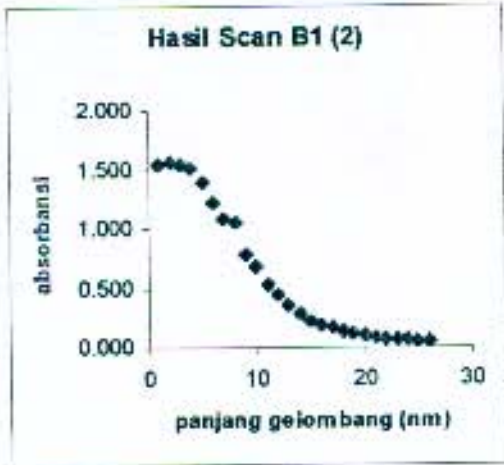
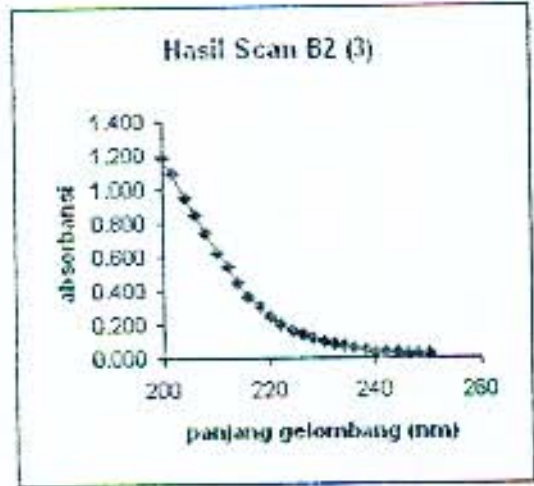
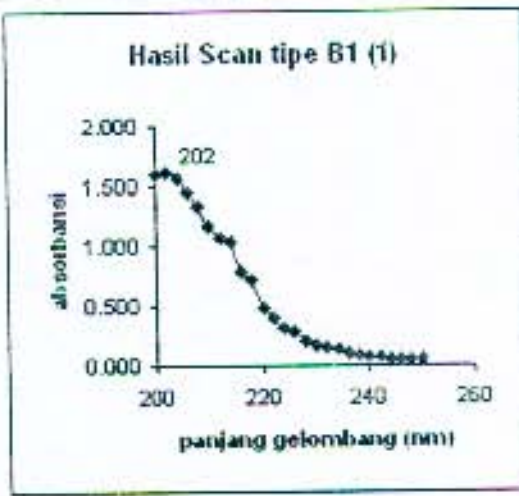
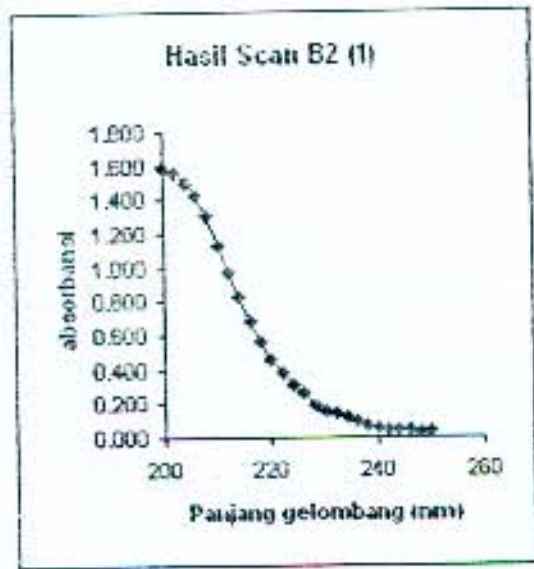
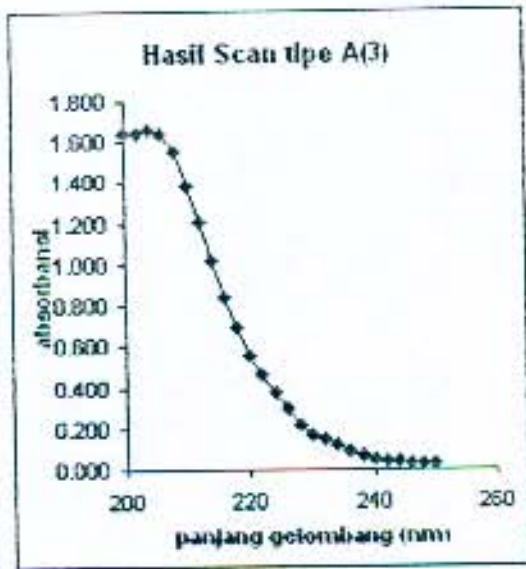
Jenis Gelatin	Batch	ulangan	a*	b*	c	H	L	W	
K	I	1	-1.65	27.01	27.06	93.50	76.75	64.32	
		2	-1.95	25.51	25.58	94.37	77.45	65.90	
		3	-1.95	26.71	26.78	94.18	76.15	64.14	
		4	-1.35	26.31	26.35	92.94	74.85	63.58	
		5	-1.85	28.81	28.87	93.67	79.75	64.74	
		rata-rata	-1.75	26.87	26.93	93.73	76.99	64.54	
		Sd	0.26	1.22	1.22	0.57	1.82	0.87	
	A	I	1	-13.15	21.41	25.13	121.56	84.65	70.56
			2	-12.45	22.41	25.64	119.06	82.25	68.82
			3	-11.35	17.41	20.78	123.10	83.75	73.62
			4	-18.65	19.31	26.85	134.00	82.15	67.76
			5	-13.55	20.41	24.50	123.58	84.55	71.04
			rata-rata	-13.83	20.19	24.58	124.26	83.47	70.36
			Sd	2.82	1.93	2.29	5.73	1.21	2.25
II		1	-9.65	16.26	19.04	120.21	82.25	73.64	
		2	-4.80	18.01	18.67	105.10	89.95	77.22	
		3	-2.50	16.96	17.23	98.32	90.50	79.267	
		4	-4.80	17.06	17.75	105.85	90.20	78.30	
		5	-7.95	17.41	19.64	113.94	92.80	76.43	
		rata-rata	-5.95	17.14	18.47	106.68	89.14	76.97	
		Sd	3.19	0.80	1.34	8.63	4.20	2.39	
B	I	1	-3.55	13.61	14.07	104.62	76.55	72.66	
		2	-2.65	15.01	15.24	100.01	73.65	69.56	
		3	-3.65	13.41	13.90	105.23	75.05	71.44	
		4	-4.35	13.81	14.48	107.48	74.05	70.28	
		5	-2.05	15.91	16.04	97.34	76.65	71.67	
		rata-rata	-3.25	14.35	14.75	102.94	75.19	71.12	
		Sd	0.90	1.07	0.89	4.14	1.39	1.21	
	II	1	-4.35	18.11	18.63	103.51	81.55	73.78	
		2	-4.05	17.71	18.17	102.88	82.15	74.53	
		3	-3.75	18.01	18.40	101.76	82.35	74.51	
		4	-3.75	18.01	18.40	101.76	81.95	74.23	
		5	-3.75	17.91	18.30	101.83	81.45	73.94	
		rata-rata	-3.93	17.95	18.38	102.35	81.89	74.20	
		Sd	0.27	0.15	0.17	0.80	0.39	0.33	

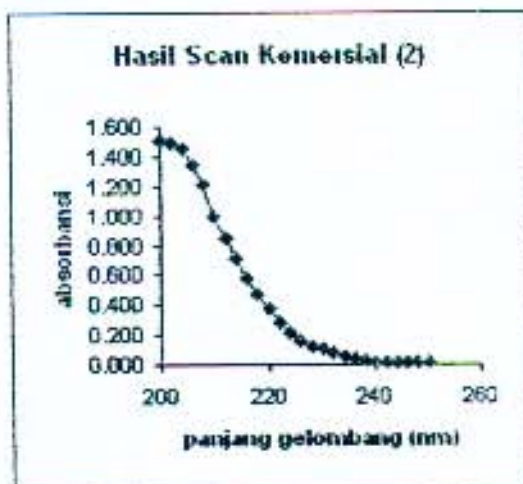
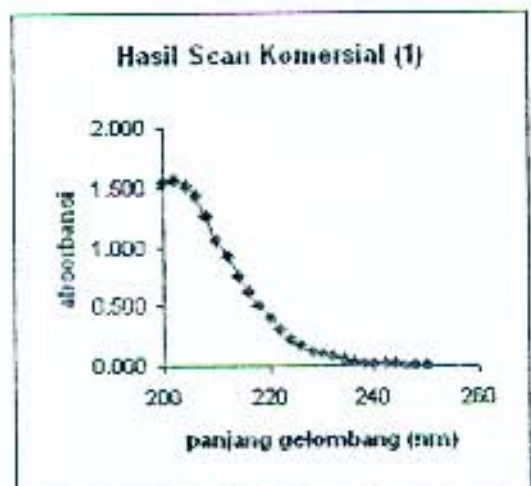
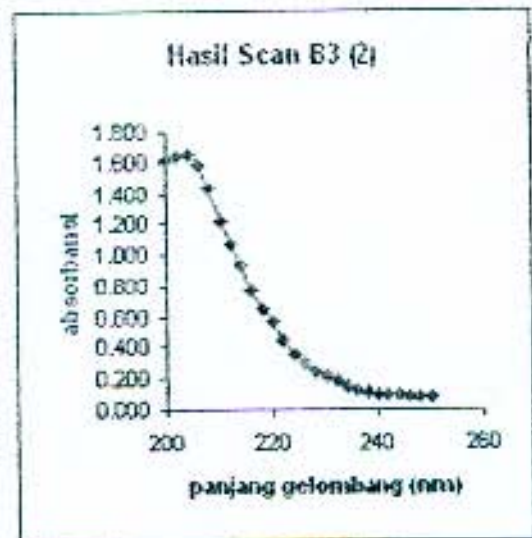
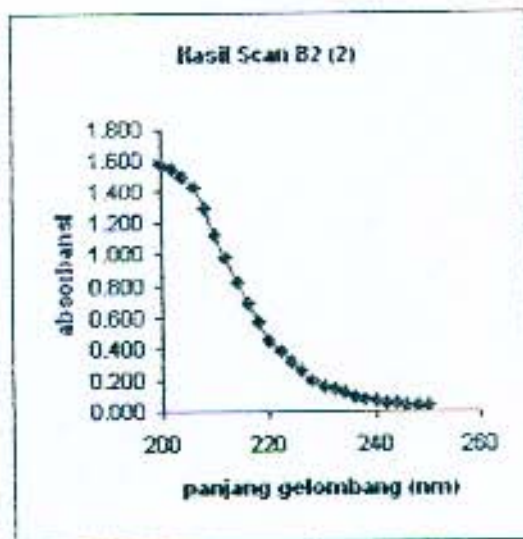
Lampiran 4. Data Kekuatan gel

Jenis gelatin	Jenis perlakuan	Kekuatan gel (gr/ 0.5 mm)	Sd	Jenis gelatin	Jenis perlakuan	Kekuatan gel (gr/ 0.5 mm)	Sd
K	pH 2	6.50	0.71	B	pH 2	4.50	0.53
	pH 4	7.10	0.74		pH 4	4.60	0.52
	pH 6	7.10	0.74		pH 6	4.70	0.48
	pH 8	6.20	0.42		pH 8	4.80	0.42
	pH 10	7.40	0.52		pH 10	4.80	0.42
	Sukrosa 0%	7.20	0.31		Sukrosa 0%	4.90	0.92
	Sukrosa 2%	6.80	0.42		Sukrosa 2%	5.05	0.35
	Sukrosa 4%	7.20	0.42		Sukrosa 4%	5.05	0.35
	Sukrosa 8%	7.30	1.06		Sukrosa 8%	5.15	0.35
	Sukrosa 14%	6.70	0.67		Sukrosa 14%	5.20	0.28
	NaCl 0%	7.20	0.31		NaCl 0%	4.90	0.32
	NaCl 2%	6.60	0.52		NaCl 2%	4.70	0.28
	NaCl 4%	6.30	0.82		NaCl 4%	4.35	0.21
	NaCl 8%	6.20	0.42		NaCl 8%	0.00	0.00
NaCl 14%	5.90	0.32	NaCl 14%	0.00	0.00		

Lampiran 5. Data Panjang Gelombang Serapan Maksimum







jenis gelatin	ulangan	λ maksimum (nm)	rata-rata	Sd
K	1	202	201	1
	2	200		
	3	200		
A	1	206	205	1
	2	204		
	3	204		
B	1	202	202	2
	2	200		
	3	204		

Lampiran 6. Data Viskositas

Jenis gelatin	Jenis perlakuan	Viskositas (mp)	Sd	Jenis gelatin	Perlakuan	Viskositas (mp)	Sd	Jenis gelatin	Perlakuan	Viskositas (mp)	Sd
K	pH 2	82.95	0.03	A	pH 2	3.81	0.00	B	pH 2	11.91	5.07
	pH 4	81.86	0.01		pH 4	3.85	0.00		pH 4	13.15	5.53
	pH 6	84.93	0.09		pH 6	3.77	0.00		pH 6	12.87	5.47
	pH 8	109.42	0.22		pH 8	2.52	0.00		pH 8	11.48	4.64
	pH 10	92.66	0.09		pH 10	3.49	0.01		pH 10	11.93	4.70
	Sukrosa 0%	124.92	0.01		Sukrosa 0%	3.97	0.01		Sukrosa 0%	13.62	0.01
	Sukrosa 2%	131.23	0.00		Sukrosa 2%	4.15	0.00		Sukrosa 2%	21.81	3.45
	Sukrosa 4%	154.96	0.03		Sukrosa 4%	4.21	0.00		Sukrosa 4%	23.03	3.81
	Sukrosa 8%	163.95	0.35		Sukrosa 8%	5.59	0.00		Sukrosa 8%	26.61	4.78
	Sukrosa 14%	208.16	0.29		Sukrosa 14%	7.48	0.00		Sukrosa 14%	35.31	5.79
NaCl 0%	124.92	0.01	NaCl 0%	3.97	0.01	NaCl 0%	13.52	0.01			
NaCl 2%	98.11	0.14	NaCl 2%	3.16	0.01	NaCl 2%	18.70	2.40			
NaCl 4%	69.27	0.11	NaCl 4%	3.43	0.02	NaCl 4%	20.92	2.59			
NaCl 8%	64.54	0.02	NaCl 8%	3.34	0.02	NaCl 8%	19.22	2.51			
NaCl 14%	55.58	0.04	NaCl 14%	3.82	0.02	NaCl 14%	16.14	2.35			



MILIK UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS JEMBER