

**KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA-KIMIA GELATIN DARI KULIT IKAN GABUS
(*Ophiocephalus striatus*)**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN**

**Oleh:
RYAN DESTIANTO
NIM. 125080307111013**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA-KIMIA GELATIN DARI KULIT IKAN GABUS
(*Ophiocephalus striatus*)**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya, Malang**

**Oleh:
RYAN DESTIANTO
NIM. 125080307111013**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2016

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA-KIMIA GELATIN DARI KULIT IKAN GABUS
(*Ophiocephalus striatus*)**

Oleh:
RYAN DESTIANTO
NIM. 125080307111013

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 18 November 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

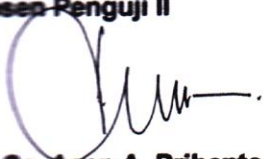
Dosen Penguji I


Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS
NIP. 19640726 198903 1 004
Tanggal: 20 JAN 2017

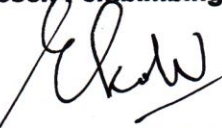
Menyetujui,
Dosen Pembimbing I


Dr. Ir. Kartini Zailanie, MS
NIP. 19550503 198503 2 001
Tanggal: 20 JAN 2017

Dosen Penguji II


Dr. Sc. Asep A. Prihanto, S.Pi., MP
NIP. 19810602 200604 1 001
Tanggal: 20 JAN 2017

Dosen Pembimbing II


Eko Waluyo, S. Pi, M. Sc
NIP. 19800424 200501 1 001
Tanggal: 20 JAN 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan


Dr. Ir. Arming Wiluleng Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal: 20 JAN 2017



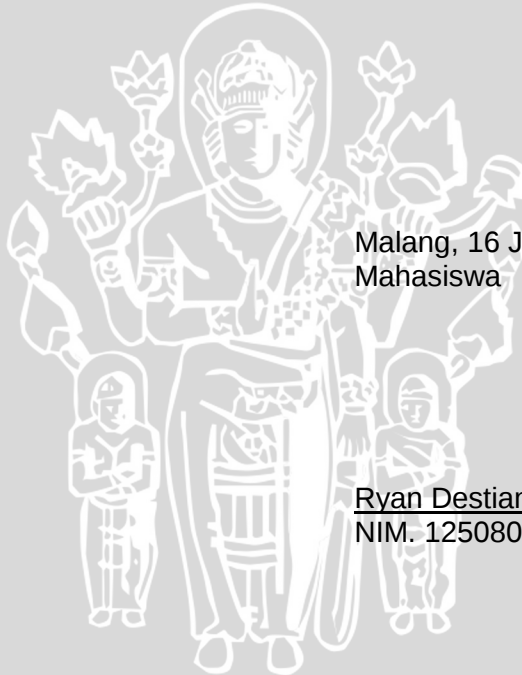
PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 16 Januari 2017
Mahasiswa

Ryan Destianto
NIM. 125080307111013



UCAPAN TERIMA KASIH

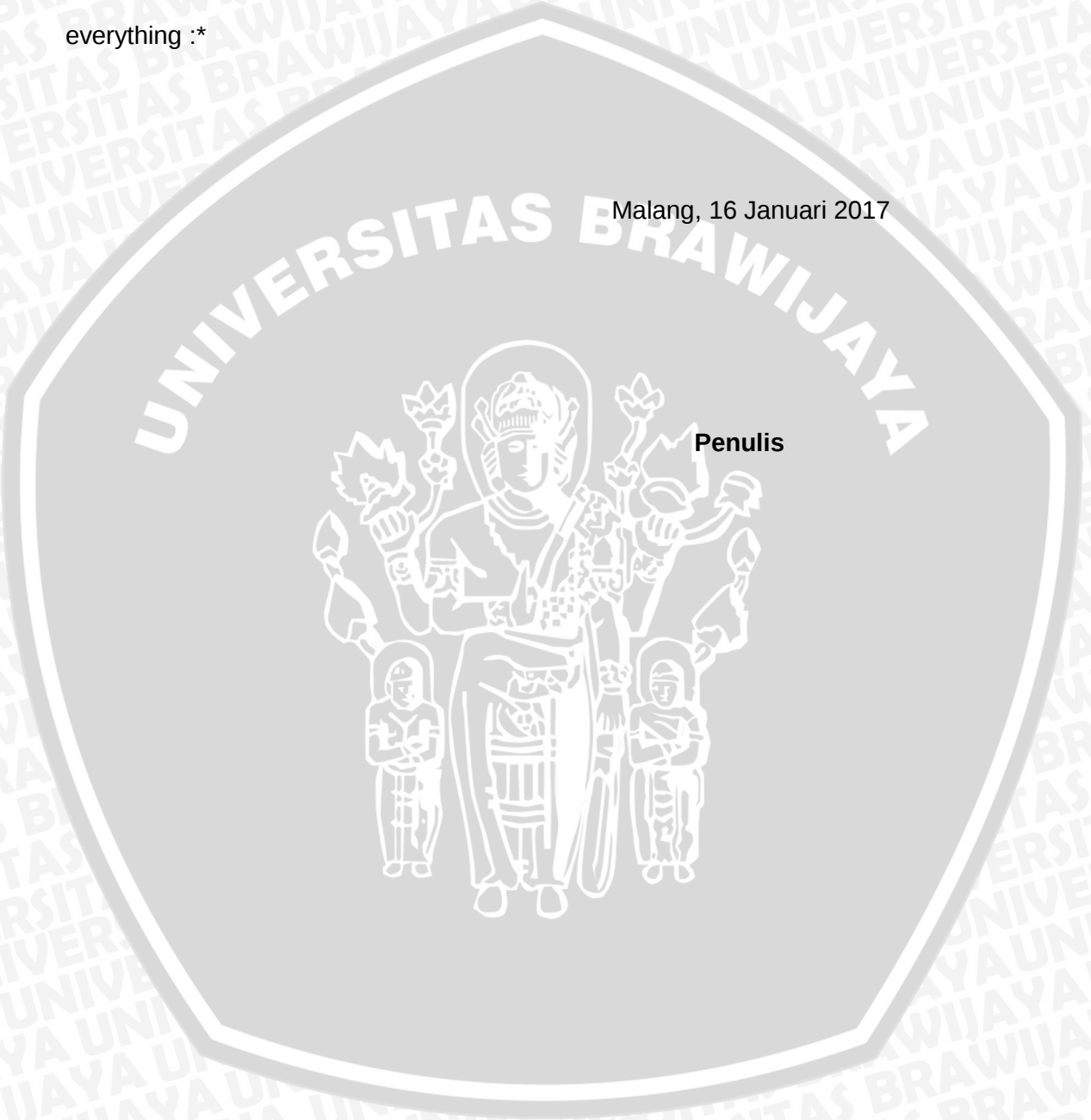
Pelaksanaan penulisan laporan yang berjudul “Karakteristik Sifat Fisika-Kimia Gelatin Dari Kulit Ikan Gabus (*Ophiocephalus Striatus*)” ini dapat dilaksanakan dengan baik atas keterlibatan pihak-pihak yang dengan tulus ikhlas memberikan bimbingan dan bantuan. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kedua orang tua (ayah dan mama) dan kakak yang selalu memberikan doa terbaiknya, *support* baik moril, spiritual, maupun material, dan sebagai motivasi saya.
3. Ibu Dr. Ir Kartini Zaelanie, MS dan Bapak Eko Waluyo, S. Pi, M. Sc. selaku dosen pembimbing penelitian saya, yang selalu membimbing dan mengarahkan dalam berjalannya penelitian dan pengerjaan laporan skripsi ini.
4. Tim Skripsi Gelatin (Ken, Aci, Dimas, Fahrizal) yang selalu memberikan semangat dan motivasi hingga akhir perjuangan.
5. Teman-teman dekat yang mengatasnamakan dirinya “W O W O K” (Oliv, Hamdi, Marina, Andre, Dica, Yunda) dan Heartless Band (Shandy, Deny, Heru, Iput) yang selalu bisa membantu menghilangkan *stress* akibat skripsi.
6. Keluarga Besar THP 2012, khususnya Pengurus HIMATHRIK 2015/2016, Tim Bimbingan Skripsi Bu Kartini, serta sahabat, teman, dan rekan lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang selalu memberi semangat, *support*, dan motivasi.

7. Seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya Laporan Skripsi yang mungkin tidak sempat disebutkan penulis di atas.
8. And last but not least, for the special one Olivia Oktaviani Syafrina, thanks for everything :*

Malang, 16 Januari 2017

Penulis



RINGKASAN

RYAN DESTIANTO. 125080307111013. **Karakteristik Sifat Fisika-Kimia Gelatin Dari Kulit Ikan Gabus (*Ophiocephalus Striatus*)**. SKRIPSI. Dosen Pembimbing I: Dr. Ir. Kartini Zaelanie, MS Dosen Pembimbing II: Eko Waluyo, S. Pi, M. Sc

Gelatin adalah produk hidrokoloid yang diperoleh dengan menghidrolisis protein kolagen ditemukan di kulit, tulang, dan jaringan ikat. Sobral (2001) menjelaskan bahwa gelatin adalah protein denaturasi yang berasal dari kolagen dan merupakan fungsi penting biopolimer yang memiliki aplikasi yang sangat luas di berbagai bidang industri. sifat fungsional tergantung pada kondisi pengolahan serta bahan baku. Kualitas fisika kimia dari gelatin dapat dipengaruhi oleh metode ekstraksi. Pembuatan gelatin pada umumnya menggunakan metode ekstraksi suhu tinggi melalui proses asam (Sompie *et al.*, 2015). Metode ekstraksi penting untuk diperhatikan karena penggunaan suhu yang tinggi menyebabkan denaturasi dan hidrolisis lanjutan sehingga gelatin dapat terdegradasi dan menurunkan kekuatan gel (Muyonga *et al.*, 2004). Penggunaan pelarut asam pada ekstraksi memiliki peranan penting di mana kolagen yang direndam asam pada periode waktu tertentu dan kemudian dipanaskan dapat mengubah sifat dan melarutkan kolagen. Proses dari ekstraksi menggunakan asam membutuhkan pengawasan untuk menghasilkan gelatin dengan kualitas yang lebih baik (Kasankala *et al.*, 2007). Sampai saat ini bahan baku yang banyak digunakan untuk produksi industri gelatin adalah tulang sapi, kulit sapi dan kulit babi (Wahyuni dan Peranginangin, 2007). Bahan baku lain yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan gelatin adalah kulit ikan. Selama ini kulit ikan hanya menjadi hasil samping yang kurang termanfaatkan, oleh karena itu pembuatan gelatin dari kulit ikan dapat menjadi salah satu alternatif bahan baku gelatin yang akan meningkatkan nilai ekonomis dari kulit ikan (Koli *et al.*, 2012). Pembuatan gelatin berbahan baku kulit ikan belum banyak dilakukan, oleh karena itu metode ekstraksi yang dapat menghasilkan karakteristik sifat fisika-kimia yang sesuai belum diketahui. Suhu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan karakteristik sifat fisika-kimia gelatin yang baik perlu untuk diketahui.

Prosedur pembuatan gelatin dari kulit ikan gabus meliputi proses kulit segar dan kulit disimpan dalam freezer. Kulit direndam dalam 0,05 M NaOH dengan rasio kulit / larutan 1:6 (w / v) dan diaduk selama 2 jam pada suhu kamar (Sekitar 26-28°C). Larutan alkali diganti setiap jam. Kulit yang sudah basa kemudian dicuci dengan air keran sampai air bekas cucian netral. Kulit dibilas dengan air suling. Kulit kemudian direndam dalam 0,05 M asam asetat dengan rasio kulit / larutan 1:6 (w / v) selama 1 jam dengan pengadukan lembut sampai kolagen membengkak. Kulit yang diolah dengan asam kemudian dibilas seluruhnya seperti yang dijelaskan sebelumnya. Kulit dibilas dengan air suling. Setelah pembengkakan, kulit direndam dalam air suling (45°C, 50°C, dan 55 °C) dengan rasio kulit / air 1:6 (w / v) dalam *waterbath shaker* untuk mengekstrak gelatin dari bahan kulit. Campuran kemudian disaring menggunakan kain blacu. Filtrat yang dihasilkan dikeringkan menggunakan oven suhu 56°C selama ±2 hari. Gelatin lembaran yang telah kering, kemudian dihaluskan dengan menggunakan *grinder* untuk mendapatkan gelatin fase bubuk. Kemudian dilakukan pengujian terhadap gelatin bubuk yang diperoleh, meliputi uji proksimat

(kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak), kekuatan gel, viskositas, derajat keasaman (pH), titik leleh, titik gel, dan FTIR.

Dari hasil penelitian mengenai karakteristik sifat fisika-kimia gelatin dari kulit ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu ekstraksi berpengaruh terhadap rendemen, kadar air, kadar abu, kadar lemak, kekuatan gel, viskositas, titik gel, dan serapan gugus fungsi pada FTIR. Suhu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan gelatin kulit ikan gabus yang baik yaitu pada suhu ekstraksi 50°C.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Segala puji dan ucapan syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul “Karakteristik Sifat Fisika-Kimia Gelatin dari Kulit Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*)”.

Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam Laporan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu, penulis menyampaikan maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang ada. Kritik dan saran atas penulisan laporan ini akan penulis terima sebagai motivasi untuk menghasilkan karya yang lebih baik. Semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan perikanan khususnya bagi kami pribadi dan pembaca serta semua pihak baik masa sekarang maupun masa yang akan datang.

Malang, 16 Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 1. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis	2
1.5 Kegunaan	3
1.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	3
 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1 Ikan Gabus	4
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus	4
2.1.2 Komposisi Gizi Ikan Gabus	6
2.2 Kulit Ikan	7
2.3 Kolagen	9
2.4 Gelatin	11
2.5 Sifat Fisika dan Kimia Gelatin	13
2.6 Standar Mutu Gelatin	16
2.7 Metode Ekstraksi Gelatin	18
2.8 Pemanfaatan Gelatin	22
 3. METODE PENELITIAN.....	 24
3.1 Alat dan Bahan	24
3.1.1 Alat	24
3.1.2 Bahan	24
3.2 Metode Penelitian	25
3.2.1 Metode	25
3.2.2 Variabel Penelitian	25
3.2.3 Rancangan Percobaan	25
3.3 Prosedur Penelitian	26
3.4 Analisis Fisika dan Kimia Gelatin	29
3.4.1 Rendemen (AOAC, 1995)	29
3.4.2 Kekuatan Gel (British Standard 757, 1975)	29
3.4.3 Viskositas (British Standard 757, 1975)	30
3.4.4 Derajat keasaman (pH) (British Standard 757, 1975)	30

3.4.5 Kadar air (AOAC, 1995).....	30
3.4.6 Kadar abu (AOAC, 1995).....	31
3.4.7 Kadar protein (AOAC, 1995).....	31
3.4.8 Kadar lemak (AOAC, 1995).....	32
3.4.9 Titik leleh (Suryaningrum dan Utomo, 2002).....	32
3.4.10 Titik gel (Suryaningrum dan Utomo, 2002).....	33
3.4.11 Analisis FTIR.....	33
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Kelarutan Gelatin dalam Air	34
4.2 Hasil Uji Proksimat dan Sifat Fisika-Kimia Gelatin Kulit Ikan Gabus.....	35
4.3 Rendemen	36
4.4 Kadar Air.....	38
4.5 Kadar Abu.....	39
4.6 Kadar Protein.....	41
4.7 Kadar Lemak	42
4.8 Kekuatan Gel	44
4.9 Viskositas	46
4.10 pH.....	48
4.11 Titik Leleh	50
4.12 Titik Gel	52
4.13 Analisis FTIR	53
5. PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Kimia Daging Ikan Gabus	7
Tabel 2. Standar Mutu Gelatin Berdasarkan SNI 1995.....	17
Tabel 3. Standar Gelatin Pangan	17
Tabel 4. Persyaratan gelatin berdasarkan GMIA.....	17
Tabel 5. Penggunaan Gelatin dalam Industri Pangan dan Non Pangan di Dunia Tahun 1999.....	23
Tabel 6. Rancangan Penelitian (RAL)	26
Tabel 7. Hasil Pengujian Parameter Proksimat dan Fisika-Kimia Gelatin Kulit Ikan Gabus dengan Perlakuan Suhu, Gelatin Komersial, dan Gelatin Standar..	35
Tabel 8. Posisi Puncak dan Gugus Fungsi Spektra FTIR Gelatin Kulit Ikan Gabus .	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ikan Gabus.....	5
Gambar 2. Penampang jaringan kulit hewan	8
Gambar 3. Struktur kimia kolagen.....	10
Gambar 4. Struktur Kimia Gelatin	12
Gambar 5. Reaksi Pembentukan Gelatin	12
Gambar 6. Diagram Alir Proses Pembuatan Gelatin Dengan Cara Asam dan Cara Basa	19
Gambar 7. Reaksi Pemutusan Ikatan Hidrogen Tropokolagen.....	21
Gambar 8. Reaksi Hidrolisis Ikatan Silang Kovalen Tropokolagen.....	22
Gambar 9. Diagram Alir Pembuatan NaOH 0,05 M.....	27
Gambar 10. Diagram Alir Pembuatan Asam Asetat 0,05 M	27
Gambar 11. Diagram Alir Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Gabus	28
Gambar 12. Kelarutan Gelatin dalam Air	34
Gambar 13. Grafik Rendemen Gelatin Kulit Ikan Gabus	36
Gambar 14. Grafik Kadar Air Gelatin Kulit Ikan Gabus	38
Gambar 15. Grafik Kadar Abu Gelatin Kulit Ikan Gabus.....	40
Gambar 16. Grafik Kadar Protein Gelatin Kulit Ikan Gabus.....	41
Gambar 17. Grafik Kadar Lemak Gelatin Kulit Ikan Gabus	43
Gambar 18. Grafik Kekuatan Gel Gelatin Kulit Ikan Gabus.....	45
Gambar 19. Grafik Viskositas Gelatin Kulit Ikan Gabus	47
Gambar 20. Grafik pH Gelatin Kulit Ikan Gabus.....	49
Gambar 21. Grafik Titik Leleh Gelatin Kulit Ikan Gabus	51
Gambar 22. Grafik Titik Gel Gelatin Kulit Ikan Gabus	52
Gambar 23. Spektra FTIR Gelatin Kulit Ikan Gabus.....	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Gabus.....	65
Lampiran 2. Detil Diagram Alir Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Gabus	70
Lampiran 3. Prosedur Analisa Kadar Air (AOAC,1995)	71
Lampiran 4. Prosedur Analisa Kadar Abu (AOAC, 1995)	71
Lampiran 5. Prosedur Analisa Protein (AOAC, 1999)	71
Lampiran 6. Prosedur Analisa Kadar Lemak Metode Goldfish (Tranggono, 1991)	72
Lampiran 7. Prosedur Analisa Kekuatan Gel (British Standard 757, 1975)	73
Lampiran 8. Viskositas (British Standard 757, 1975).....	74
Lampiran 9. Titik Leleh (Suryaningrum dan Utomo 2002)	74
Lampiran 10. Titik Gel (Suryaningrum dan Utomo 2002)	74
Lampiran 11. Derajat keasaman (pH) (British Standard 757, 1975)	75
Lampiran 12. Analisis FTIR (Kristianingrum, 2014)	75
Lampiran 13. Uji BNT Rendemen	76
Lampiran 14. Uji BNT Analisa Kadar Air	78
Lampiran 15. Uji BNT Analisa Kadar Abu	80
Lampiran 16. Uji BNT Analisa Kadar Protein	82
Lampiran 17. Uji BNT Analisa Kadar Lemak	84
Lampiran 18. Uji BNT Kekutan Gel	86
Lampiran 19. Uji BNT Viskositas	88
Lampiran 20. Uji BNT pH	90
Lampiran 21. Uji BNT Titik Leleh	92
Lampiran 22. Uji BNT Titik Gel.....	94

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Gelatin adalah produk hidrokoloid yang diperoleh dengan menghidrolisis protein kolagen ditemukan di kulit, tulang, dan jaringan ikat. Sobral (2001) menjelaskan bahwa gelatin adalah protein denaturasi yang berasal dari kolagen dan merupakan fungsi penting biopolimer yang memiliki aplikasi yang sangat luas di berbagai bidang industri. sifat fungsional tergantung pada kondisi pengolahan serta bahan baku. Kualitas gelatin tergantung pada fisika-kimianya, sifat reologi dan metode manufaktur. Gelatin telah diterapkan dalam makanan sebagai agen pembentuk gel, pengental, emulsifier, farmasi, kesehatan, kosmetik dan industri fotografi karena berfungsi unik (Sompie *et al.*, 2015).

Kualitas fisika kimia dari gelatin dapat dipengaruhi oleh metode ekstraksi. Pembuatan gelatin pada umumnya menggunakan metode ekstraksi suhu tinggi melalui proses asam (Sompie *et al.*, 2015). Metode ekstraksi penting untuk diperhatikan karena penggunaan suhu yang tinggi menyebabkan denaturasi dan hidrolisis lanjutan sehingga gelatin dapat terdegradasi dan menurunkan kekuatan gel (Muyonga *et al.*, 2004). Penggunaan pelarut asam pada ekstraksi memiliki peranan penting di mana kolagen yang direndam asam pada periode waktu tertentu dan kemudian dipanaskan dapat mengubah sifat dan melarutkan kolagen. Proses dari ekstraksi menggunakan asam membutuhkan pengawasan untuk menghasilkan gelatin dengan kualitas yang lebih baik (Kasankala *et al.*, 2007).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Liu *et al.* (2007) tentang Ekstraksi dan sifat gelatin dari kulit ikan lele (*Letalurus punetas*) dihasilkan kondisi operasi optimum untuk mengekstraksi gelatin dari kulit ikan lele. Kondisi yang optimal untuk kekuatan gel

maksimum adalah 43,2 °C untuk suhu ekstraksi, 5.73 jam untuk waktu ekstraksi dengan air panas. Gelatin dari kulit ikan lele menunjukkan kekuatan gel yang tinggi 27.675 g.

Sampai saat ini bahan baku yang banyak digunakan untuk produksi industri gelatin adalah tulang sapi, kulit sapi dan kulit babi (Wahyuni dan Peranginangin, 2007). Bahan baku lain yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan gelatin adalah kulit ikan. Selama ini kulit ikan hanya menjadi hasil samping yang kurang termanfaatkan, oleh karena itu pembuatan gelatin dari kulit ikan dapat menjadi salah satu alternatif bahan baku gelatin yang akan meningkatkan nilai ekonomis dari kulit ikan (Koli *et al.*, 2012). Pembuatan gelatin berbahan baku kulit ikan belum banyak dilakukan, oleh karena itu metode ekstraksi yang dapat menghasilkan karakteristik sifat fisika-kimia yang sesuai belum diketahui. Suhu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan karakteristik sifat fisika-kimia gelatin yang baik perlu untuk diketahui.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil uraian di atas, dapat dirumuskan masalah penelitian yaitu bagaimana karakteristik sifat fisika-kimia gelatin dari kulit ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisika-kimia gelatin dari kulit ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*).

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut:

H0 : Penggunaan suhu ekstraksi berbeda pada pembuatan gelatin tidak dapat mempengaruhi fisika-kimia gelatin berbahan kulit ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*).

H1 : Penggunaan suhu ekstraksi berbeda pada pembuatan gelatin dapat mempengaruhi fisika-kimia gelatin berbahan kulit ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*).

1.5 Kegunaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik sifat fisika-kimia gelatin dan suhu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan gelatin dari kulit ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) yang memiliki sifat fisika-kimia yang baik.

1.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan mulai pada bulan Maret sampai Juni 2016 di Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Laboraturium Biologi Universitas Islam Negeri Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Gabus

Ikan gabus atau dikenal secara lokal sebagai ikan kutuk adalah sejenis ikan buas yang hidup di air tawar. Ikan gabus biasa didapati di danau, rawa, sungai, dan saluran air hingga ke sawah, memangsa aneka ikan kecil, serangga, dan berbagai hewan air lain termasuk berudu dan kodok, serta kebanyakan dijual dalam keadaan segar dan merupakan sumber protein yang cukup penting bagi masyarakat. Potensi ikan gabus yang sudah mulai diketahui masyarakat adalah kaya akan albumin, yaitu salah satu jenis protein penting terbanyak di dalam plasma yang mencapai kadar 60% dan bermanfaat untuk pembentukan jaringan sel baru. Albumin dimanfaatkan untuk mempercepat pemulihan jaringan sel tubuh yang terbelah, misalnya karena operasi atau pembedahan (Ernawati, 2012).

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus

Klasifikasi ikan gabus menurut Asmawi (1986) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Sub phylum	: Vertebrata
Class	: Pisces
Sub class	: Teleostei
Ordo	: Labrinthici
Family	: Ophiocephalidae
Genus	: Ophiocephalus
Scientific name	: <i>Ophiocephalus striatus</i>

Gambar ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ikan Gabus
Sumber: Mustar (2013)

Ikan gabus memiliki bentuk kepala besar dan gepeng yang terdapat sisik-sisik besar pada bagian atas kepala sehingga dijuluki ikan *snakehead*. Bentuk tubuhnya bulat memanjang dan terdapat sirip punggung memanjang serta sirip ekor membulat pada ujung. Bagian atas tubuh berwarna gelap sampai belakang dan pada bagian bawah tubuh berwarna putih. Ikan gabus memiliki bentuk mulut besar dan gigi yang tajam (Mustar, 2013).

Karakter fisik ikan gabus ditandai dengan bentuk tubuh bilateral simetris dengan badan memanjang dan subsilendris, kepala pipih, bersisik seperti kepala ular, mulut berukuran lebar dan mengarah keatas. Gigi ikan gabus berbentuk taring tajam tanpa ada deretan gigi kecil. Bibir tipis, hanya bibir rahang atas yang berlipatan, bibir halus tidak bergerigi dan moncong berukuran panjang serta lancip. Sirip punggung terletak dibelakang kepala bagian anterior badan, permulaan sirip punggung di depan sirip perut dan sirip punggung terpisah dengan sirip ekor. Posisi dasar sirip dada vertical, sirip dada terletak dibawah gurat sisi persis dibelakang tutup insang dan sirip dada lebih pendek dari bagian kepala dibelakang mata. Posisi sirip perut subabdominal, sirip ekor berbentuk bundar dan gurat sisi lengkap sempurna, hampir menyerupai

garis lurus mulai dari sudut atas operculum sampai ke pertengahan pangkal sirip ekor (Putra, 2009).

Ikan gabus merupakan ikan yang banyak terdapat secara alami di sungai-sungai dan bendungan serta belum pernah dibudidayakan. Nilai gizi ikan gabus cukup tinggi, yaitu protein sebesar 42%, lemak 1,7 %, dan juga mengandung berbagai mineral dan vitamin A; dengan demikian ikan gabus sangat potensial untuk dikembangkan dalam industri pangan (Utomo *et al.*, 2013).

2.1.2 Komposisi Gizi Ikan Gabus

Ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang mempunyai potensi tinggi terutama jika ditinjau dari sudut pandang pangan dan gizi. Ikan ini diperoleh dari penangkapan di perairan umum. Ikan gabus diketahui mengandung senyawa-senyawa penting yang berguna bagi tubuh, diantaranya protein yang cukup tinggi, lemak, air, dan beberapa mineral (Mulyadi *et al.*, 2011). Menurut Suprayitno (2003), protein ikan gabus segar mencapai 25,1%, sedangkan 6,224 % dari protein tersebut berupa albumin. Jumlah ini sangat tinggi dibanding sumber protein hewani lainnya. Albumin merupakan jenis protein terbanyak di dalam plasma yang mencapai kadar 60 persen dan bersinergi dengan mineral Zn yang sangat dibutuhkan untuk perkembangan sel maupun pembentukan jaringan sel baru seperti akibat luka dan penyembuhan luka akibat operasi.

Komposisi kimia daging ikan gabus dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Daging Ikan Gabus

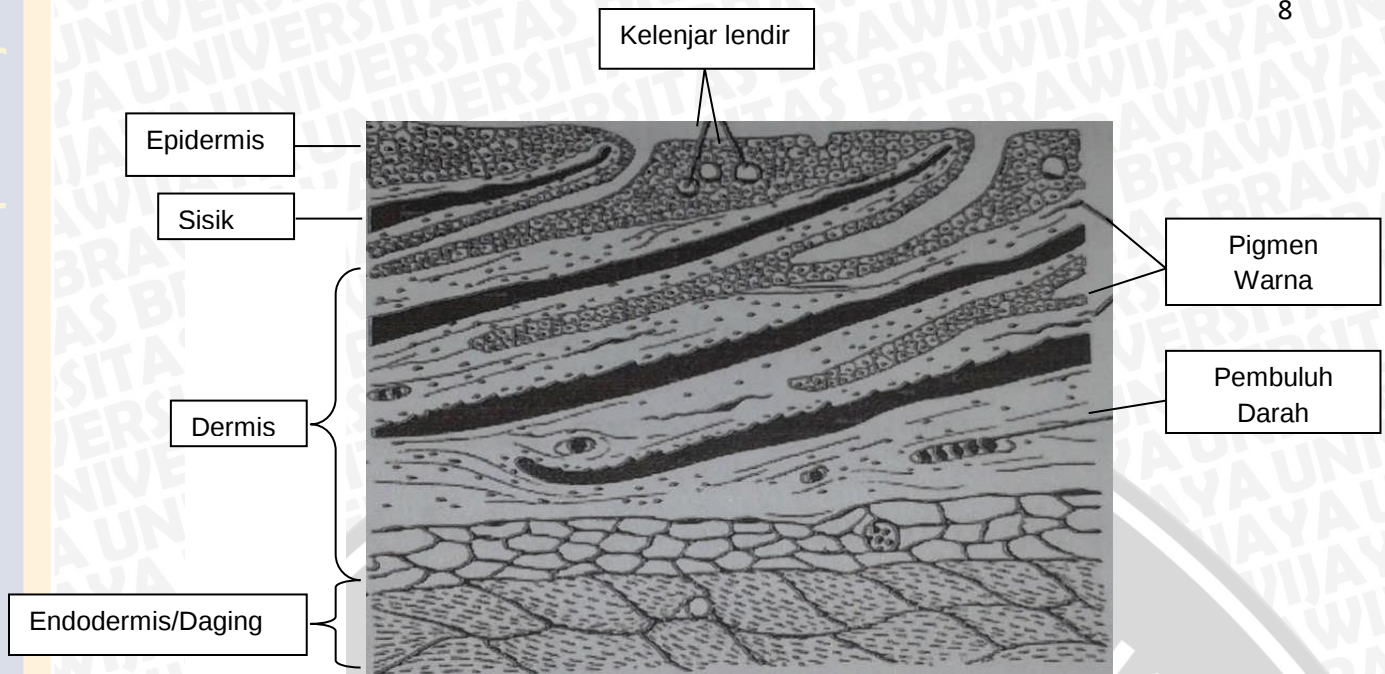
Komposisi Kimia (%)	Ikan Gabus	
	Jantan (1 kg)	Betina (1 kg)
Kadar Air	78,25	78,19
Kadar Protein	19,34	20,14
Kadar Lemak	0,90	0,81
Kadar Abu	0,71	0,72
Kadar Karbohidrat	0,80	0,14

Sumber: Suwandi *et al.*, (2014)

2.2 Kulit Ikan

Kulit merupakan hasil samping dari pemotongan hewan yang berupa organ tubuh pada saat proses pengulitan. Kulit hewan, berupa turunan dari tubuh hewan yang terbentuk dari sel-sel hidup. Jubamidjojo *et al.*, (1979), mengemukakan bahwa struktur dasar kulit hewan terdiri dari jaringan serat protein yang disebut serat kolagen, komponen yang berfungsi sebagai kerangka penguat.

Kulit ikan seperti halnya hewan vertebrata lainnya, terdiri atas dua lapisan: lapisan epidermis di bagian luar dan lapisan dermis (disebut juga *corium*) di bagian dalam (Lagler, 1977). Epidermis ikan mirip dengan lapisan penyusun mulut manusia. Lapisan ini setidaknya tersusun oleh beberapa lapis sel epitel. Pada bagian terbawah adalah lapisan sel aktif tumbuh dan bermultiplikasi (*stratum germinativum*). Disini sel bermultiplikasi sepanjang waktu untuk menggantikan sel-sel luar yang rusak dan menyediakan sel-sel untuk pertumbuhan. Jumlah lapisan sel penyusun epidermis sangat bervariasi, tidak hanya tergantung dari spesies, tapi juga bergantung pada bagian tubuh dan umur ikan. Lapisan sel epitel ini terikat erat oleh suatu matriks intraseluler. Lapisan dermis merupakan jaringan pengikat yang cukup tebal dimana mengandung sejumlah serat-serat kolagen. Penampang melintang kulit ikan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penampang jaringan kulit hewan

Sumber: Buckheim (2013)

Protein kulit dapat dibagi dalam dua golongan besar, yaitu: 1) protein yang tergolong protein fibrilar meliputi kolagen (yang terpenting), kreatin dan elastin; 2) protein yang tergolong protein globular meliputi albumin dan globulin. Protein fibrilar adalah protein berbentuk serabut yang tidak larut di dalam air. Protein globular adalah protein berbentuk bulat menyerupai bola yang banyak terdapat pada bahan pangan seperti susu, telur, dan daging. Protein ini larut dalam sistem larutan (air), juga lebih mudah berubah di bawah pengaruh suhu, konsentrasi garam, pelarut asam dan basa dibandingkan dengan protein fibrilar. Disamping itu protein globular lebih mudah terdenaturasi karena susunan molekulnya mudah mengalami perubahan yang diikuti dengan perubahan sifat fisik dan fisiologisnya seperti yang dialami oleh enzim dan hormon (Lehninger, 1990).

Dari golongan protein tersebut, ini kolagen merupakan protein yang dominan baik jumlahnya maupun peranannya. Struktur kolagen menyerupai benang-benang jala. Kolagen tidak larut dalam air maupun larutan garam tetapi larut dalam larutan

alkali. Jika kolagen ikan dipanaskan maka strukturnya akan berubah, terbentuk peptida-peptida dengan berat molekul yang lebih rendah yang disebut dengan gelatin (Hadiwiyoto, 1993).

2.3 Kolagen

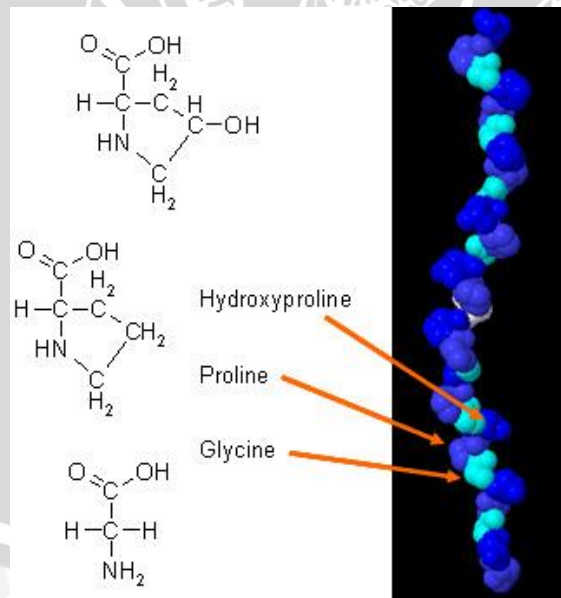
Pada ikan terdapat tiga tipe protein, yaitu protein myofibril (65-75%), sarkoplasma (20-30%) dan stroma (1-3%). Protein stroma merupakan jaringan ikat yang terdiri atas komponen kolagen dan elastin (Suzuki, 1981). Kolagen adalah protein berbentuk serabut (fibril) yang mempunyai fungsi fisiologis yang unik. Kolagen merupakan komponen structural utama dari jaringan ikat yang meliputi hampir 30% dari total protein pada jaringan dan organ tubuh vertebrata dan invertebrata (Poppe, 1992). Menurut Wong (1989) kolagen pada mamalia, burung dan ikan terdapat pada bagian kulit, tendon, kartilago, tulang dan jaringan ikan berkolagen lainnya. Kolagen berfungsi sebagai elemen penahan tekanan serta pengikat pada tulang hewan vertebrata (Glicksman, 1969).

Monomer kolagen (tropokolagen) merupakan rantai *triple helix* yang terbuat dari tiga parallel rantai alpha. Kolagen tidak dapat dicairkan secara sempurna di dalam air tetapi pecahan kecil larut dalam penambahan larutan asam atau basa. Daya larut kolagen, menurunkan hasil proses daging yang terjadi di kebanyakan mamalia (Philip dan William, 2009).

Jenis-jenis kolagen yang membentuk serabut batangan yang panjang di dalam jaringan, disusun lewat ikatan lateral unit-unit *triple helix*. Penyusunannya membentuk gambaran pita pada serabut-serabut di dalam jaringan ikat. Serabut kolagen selanjutnya distabilkan oleh pembentukan ikatan silang kovalen, yang berbeda di dalam dan sekaligus diantara unit-unit *triple helix*. Ikatan silang kovalen tersebut stabil,

dan ikatan silang ini merupakan faktor penting untuk kekuatan mengatasi regangan yang dimiliki serabut kolagen (Rodwell *et al.*, 1995).

Protein kolagen dibentuk oleh tiga rantai polipeptida, yaitu berupa rantai alfa yang membentuk struktur *triple helix* yang stabil karena adanya ikatan hydrogen didalamnya. Rantai alfa dibedakan menjadi alfa 1, alfa 2 dan alfa 3. Walaupun tiga jenis rantai alfa terdapat didalam tipe kolagen yang sama tetapi berbeda komposisi asam aminonya (Damodaran dan Paraf, 1997). Urutan asam amino berulang mengikuti pola –Gly-X-Y, dimana Gly adalah glisin, X dan Y adalah residu asam amino lainnya. Kebanyakan urutan asam amino yang dijumpai adalah X untuk prolin dan Y untuk hidroksiprolin. Hidroksiprolin dan hidrolisis berperan penting dalam menstabilkan struktur globuler dari tropokolagen sebaik bentuk akhir dari struktur serat dengan bantuan ikatan kovalen. Hasil dari struktur tersebut sebagai *collagen helix* (Harrison, 2005). Struktur kimia kolagen terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur kimia kolagen

Sumber: Harrison (2005)

Keberadaan prolin dalam kolagen akan menstabilkan struktur helix, dari kolagen dengan mencegah rotasi antara ikatan nitrogen dan karbon. Sedangkan hidroksiprolin juga menstabilkan molekul kolagen dan kolagen yang mengandung kedua asam amino tersebut dalam jumlah yang lebih sedikit akan terdenaturasi pada suhu yang lebih rendah daripada kolagen yang mengandung kedua asam amino tersebut dalam jumlah yang lebih banyak (Fennema, 1996).

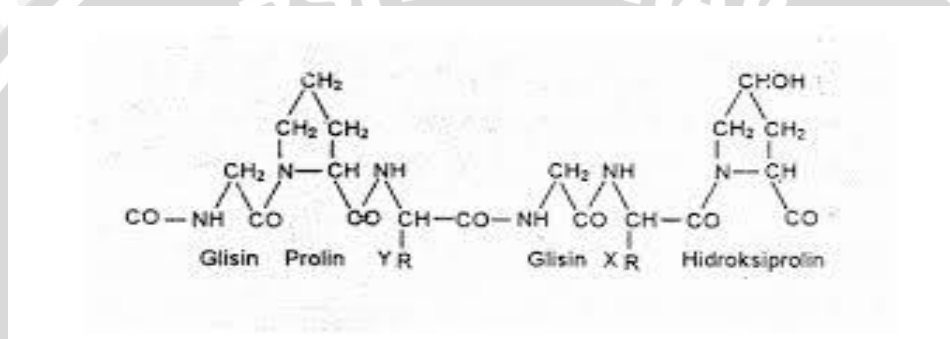
2.4 Gelatin

Gelatin berasal dari bahasa latin (*gelatos*) yang berarti pembekuaan. Gelatin adalah protein yang diperoleh dari hidrolisis parsial kolagen dari kulit, jaringan ikat dan tulang hewan. Gelatin menyerap air 5-10 kali beratnya. Gelatin larut dalam air panas dan jika didinginkan akan membentuk gel. Sifat yang dimiliki gelatin bergantung pada jenis asam amino penyusunnya. Gelatin merupakan polipeptida dengan bobot molekul antara 20.000 g/mol-250.000 g/mol (Suryani *et.al.*, 2009).

Gelatin adalah protein yang diperoleh dari jaringan kolagen hewan yang terdapat pada kulit, tulang dan jaringan ikat. Penggunaan gelatin sangat luas khususnya dalam bidang industri pangan dan non pangan yang salah satunya digunakan sebagai bahan penstabil, pembentuk gel, pengikat, pengental, pengemulsi, perekat dan pembungkus makanan yang bersifat dapat dimakan seperti permen, eskrim, coklat, dan yoghurt. Sedangkan gelatin yang masuk kategori non pangan dimanfaatkan dalam industri farmasi sebagai pembuatan kapsul lunak dan keras, dibidang kedokteran sebagai penutup luka, industri kosmetik dan industri fotografi (Karim dan Bhat, 2008).

Komposisi asam amino gelatin bervariasi tergantung pada sumber kolagen tersebut, spesies hewan penghasil, dan jenis kolagen. Penurunan komposisi asam amino tergantung pada metode pembuatannya. Pembuatan dengan proses alkali

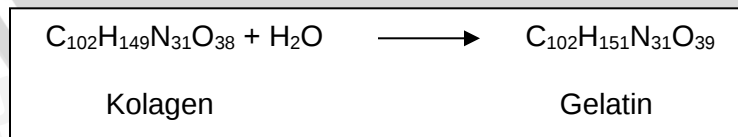
umumnya lebih banyak mengandung hidroksiprolin dan lebih sedikit mengandung tirosin dibanding dengan proses asam (Ward dan Court, 1977). Gelatin mengandung 19 asam amino yang dihubungkan dengan ikatan peptida membentuk rantai polimer panjang (Glicksman, 1969). Senyawa gelatin merupakan suatu polimer linier yang tersusun oleh satuan terulang asam amino glisin-prolin-prolin atau glisin-prolin-hidroksiprolin (Ward dan Court, 1977). Struktur kimia gelatin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Kimia Gelatin

Sumber: Poppe (1992)

Gelatin secara kimiawi diperoleh melalui rangkaian proses hidrolisis kolagen yang terkandung dalam kulit (Abustam dan Said, 2004). Protein kolagen ini secara ilmiah dapat “ditangkap” untuk dikonversi menjadi gelatin. Gelatin secara kimiawi diperoleh melalui rangkaian proses hidrolisis kolagen yang terkandung dalam kulit dan tulang. Reaksi kimia konversi kolagen menjadi gelatin melalui hidrolisis adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Reaksi Pembentukan Gelatin

Sumber: Miwada dan Simpen (2007)

Konversi kolagen menjadi gelatin melibatkan tiga proses perubahan yaitu pemutusan sejumlah ikatan peptide untuk memperpendek rantai, pemutusan atau pengacauan sejumlah ikatan samping antar rantai, dan perubahan konfigurasi rantai (Junianto *et al.*, 2006). Selama konversi kolagen menjadi gelatin molekul yang menghubungkan rantai kolagen dan beberapa ikatan peptida rusak (Muyonga *et al.*, 2004).

Penggunaan gelatin pada bidang pangan lebih merupakan salah satu hidrokoloid atau polimer larut air yang lebih disebabkan penggunaannya dalam bidang pangan oleh sifat fisik yang unik dibandingkan karena nilai gizinya sebagai sumber protein. Dalam industri pangan gelatin berfungsi sebagai pembentuk gel, bahan pengental, penstabil dan, pengemulsi (Ward dan Courts, 1977). Gelatin mempunyai sifat *reversible* karena gelatin yang membentuk gel bila dipanaskan akan terbentuk sol dan jika didinginkan akan kembali berbentuk gel. Sifat ini yang membedakan gelatin dengan gel dari pectin, alginat, pati, albumin telur dan protein susu yang bersifat *irreversible* (Imeson, 1992).

Gelatin komersial diklasifikasikan dalam dua tipe: tipe A dan tipe B. gelatin tipe A dan gelatin tipe B dibuat dari perlakuan asam dan basa, sebelum proses pemanasan. Perbedaan antara tipe gelatin tipe A dan tipe B pada perlakuan alkali merubah residu amida dari glutamin dan asparagine pada glutamin dan asam aspartat, hingga mencapai 25% lebih tinggi dari asam karbolik pada gelatin B. perlakuan asam pada gelatin tipe A menggunakan kulit babi meningkat perlakuan alkali pada tipe B digunakan pada ternak dan tulang (Bee, 2007).

2.5 Sifat Fisika dan Kimia Gelatin

Sifat fisik, kimia, dan fungsional gelatin merupakan sifat yang sangat penting menentukan mutu gelatin. Sifat yang dapat dijadikan parameter dalam menentukan

mutu gelatin antara lain adalah kekuatan gel, viskositas, dan rendemen. Menurut Glicksman (1969), kekuatan gel dipengaruhi oleh pH, adanya komponen elektrolit dan non elektrolit serta bahan tambahan lainnya. Sedangkan viskositas dipengaruhi antara lain oleh interaksi hidrodinamik antar molekul gelatin, suhu, pH, dan konsentrasi (Poppe, 1992).

Sifat fungsional merupakan sifat fisika dan kimia yang mempengaruhi perilaku gelatin dalam makanan selama proses, penyimpanan, penyiapan, dan pengkonsumsian (Kinsella, 1982). Adapun sifat fisika dari gelatin meliputi kekuatan gel, viskositas, titik gel, titik leleh, aktivitas dan stabilitas emulsi serta derajat putih, sedangkan sifat kimia dari gelatin meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, dan pH.

Salah satu parameter yang ditetapkan dalam penentuan standar mutu gelatin adalah pH atau derajat keasamannya. Pengukuran nilai pH larutan gelatin penting dilakukan, karena pH larutan gelatin mempengaruhi sifat-sifat gelatin lainnya seperti viskositas, kekuatan gel, dan berpengaruh juga terhadap aplikasi gelatin dalam produk. Derajat keasaman (pH) gelatin diperoleh dengan cara pengukuran produk gelatin yang dilarutkan dalam aquades. Hinterwaldner (1977) menyatakan bahwa nilai pH gelatin berhubungan dengan proses yang dilakukan. Proses perendaman dalam asam cenderung menghasilkan gelatin dengan pH yang rendah, oleh karena itu proses penetralan dengan cara pencucian *ossein* dalam produksi gelatin memiliki peran penting agar diperoleh gelatin yang bernilai ekonomis. Pencucian ditujukan untuk menghilangkan HCl yang masih tersisa dan menghindari penguraian lebih lanjut terhadap *ossein*, ditandai dengan pH netral pada air pencuci dan *ossein*. Pencucian yang tidak optimal berpotensi menyisakan HCl berlebih dalam rongga *ossein*, sehingga gelatin yang diperoleh memiliki pH yang lebih rendah dan tidak memenuhi

standar. Meskipun demikian, pH gelatin tulang sudah memenuhi batas pH yang ditetapkan dalam Tourtellote (1980), yaitu 3,8 – 6,0. Dengan demikian, pencucian *ossein* yang dilakukan dalam penelitian sudah baik dan optimal.

Viskositas adalah daya aliran molekul dalam suatu larutan baik dalam air, cairan organik sederhana dan suspensi serta emulsi encer. Sistem koloid dalam larutan dapat meningkat dengan cara mengentalkan cairan sehingga terjadi adsorpsi dan pengembangan koloid. Viskositas gelatin merupakan interaksi hidrodinamik antara molekul gelatin dalam larutan. Faktor yang mempengaruhi viskositas adalah pH, Konsentrasi HCl yang semakin tinggi, menyebabkan kation asam yang terperangkap dalam *ossein* semakin banyak, sehingga pH yang terukur semakin rendah (asam) dan hidrolisis kolagen akan berlanjut padaproses penguraian polimer kolagen. Penguraian polimer dapat berakibat diperolehnya berat molekul (BM) *poly dispersity* yang lebih rendah (Stainsby,1977) atau terbentuk polimer turunan yang mengakibatkan rendahnya viskositas.

Kekuatan gel adalah salah satu parameter dari tekstur suatu bahan dan merupakan gaya untuk menghasilkan deformasi tertentu. Kekuatan gel gelatin diidentifikasi sebagai besarnya kekuatan yang diperlukan oleh probe untuk menekan gel sampai pada kedalaman 4 mm dengan kecepatan 0,5 mm/s. Titik gel gelatin adalah suhu pada waktu larutan gelatin membentuk gel secara perlahan-lahan ketika didinginkan pada suhu *chilling*. Titik leleh gelatin adalah suhu ketika gelatin yang telah membentuk gel mencair ketika dipanaskan perlahan-lahan (DeMan, 1989).

Menurut Wijaya (1998) kekuatan gel dari gelatin komersial bervariasi antara 50 – 300 gr bloom. Berdasarkan kekuatan gelnya gelatin dibagi menjadi tiga kategori di bawah ini:

- a. Gelatin dengan Bloom tinggi (250 – 300 gr bloom)

b. Gelatin dengan Bloom sedang (150 – 250 gr bloom)

c. Gelatin dengan Bloom rendah (50 – 150 gr bloom).

Gelatin dapat mengembang dan menyerap air 5-10 kali dari beratnya untuk membentuk gel sebagai larutan cair pada kisaran suhu 30⁰-35⁰C. Gelatin yang diekstrak dari ikan memiliki titik jendal pada kisaran suhu 5⁰-10⁰C (Food Chemical Codex, 1996). Menurut Poppe (1992), gelatin memiliki titik leleh dibawah 37⁰C, ini artinya dapat meleleh di dalam mulut dan mudah sekali larut.

2.6 Standar Mutu Gelatin

Mutu gelatin ditentukan oleh sifat fisika, kimia, dan fungsional yang menjadikan gelatin sebagai karakter yang unik. Sifat-sifat yang dapat dijadikan parameter dalam menentukan mutu gelatin antara lain kekuatan gel, viskositas, dan rendemen. Kekuatan gel dipengaruhi oleh pH, adanya komponen elektrolit dan non-elektrolit dan bahan tambahan lainnya, sedangkan viskositas dipengaruhi oleh interaksi hidrodinamik, suhu, pH, dan konsentrasi (Poppe, 1992). Standar mutu gelatin dapat dilihat pada Tabel 2, 3, dan 4.

Tabel 2. Standar Mutu Gelatin Berdasarkan SNI 1995

Karakteristik	Syarat
Warna Tidak berwarna	kuning pucat
Bau, rasa	Normal (dapat diterima konsumen)
Kadar air Maksimum	16%
Kadar abu Maksimum	3,25%
Logam berat Maksimum	50 mg/kg
Arsen Maksimum	2 mg/kg
Tembaga Maksimum	30 mg/kg
Seng Maksimum	100 mg/kg

Sumber: SNI 06-3735-1995

Tabel 3. Standar Gelatin Pangan

Parameter	Grade A	Grade B	Grade C
Kekuatan Gel (Bloom) $\geq$	220	180	100
Viskositas (cP) $\geq$	4,5	3,5	2,5
Kecerahan (mm) $\geq$	300	150	50
pH	5,5-7	5,5-7	5,5-7
Bahan yang tidak larut air(%) $\leq$	0,2	0,2	0,2
Kadar Abu (%) $\leq$	1,0	2,0	2,0
Sulfit (%) $\leq$	0,004	0,01	0,015
Kadar Air (%) $\leq$	14	14	14
Arsen (ppm) $\leq$	0,0001	0,0001	0,0001
Logam Berat (ppm) $\leq$	0,005	0,005	0,005
TPC $\leq$	1000	5000	10000
<i>Coliform (koloni/100gr)</i> $\leq$	30	30	150
<i>Salmonella</i>	Negatif	Negatif	Negatif
<i>E. coli</i>	Negatif	Negatif	Negatif

Sumber: Norland Product (2003)

Tabel 4. Persyaratan gelatin berdasarkan GMIA

Sifat	Tipe A	Tipe B
Kekuatan gel (bloom)	50-300	50-300
Viskositas (cP)	15,0-75,0	20,0-75,0
Kadar Abu (%)	0,30-2,00	0,50-2,00
Ph	3,80-5,50	5,00-7,10
Titik Isoelektrik	7,00-9,00	4,70-5,40

Sumber: GMIA (2012)

Gelatin tipe A dihasilkan dari proses asam, yang umumnya dihasilkan dari kulit babi, dimana molekul kolagennya muda, sedangkan gelatin tipe B dihasilkan dari proses asam dan basa, yang umumnya diperoleh dari tulang dan kulit sapi, dimana

molekul kolagen helix ulir tiga (*triple helix*) lebih tua, ikatan silangnya lebih padat dan kompleks. Pada umumnya proses asam digunakan untuk bahan baku yang relatif lunak, sedangkan proses alkali diterapkan pada bahan baku yang relatif keras (GMAP, 2007). Asam mampu mengubah serat kolagen *triple helix* menjadi rantai tunggal, sedangkan larutan perendaman basa hanya mampu menghasilkan rantai ganda. Hal ini menyebabkan pada waktu yang sama jumlah kolagen yang dihidrolisis oleh larutan asam lebih banyak daripada larutan basa. Karena itu perendaman dalam larutan basa membutuhkan waktu yang lebih lama

untuk menghidrolisis kolagen (Ward dan Court, 1977).

2.7 Metode Ekstraksi Gelatin

Prinsip pembuatan gelatin dibagi menjadi dua, yaitu proses asam dan basa. Perbedaan kedua proses tersebut terletak pada proses perendamannya. Berdasarkan kekuatan ikatan kovalen silang protein dan jenis bahan yang diekstrak, maka penggunaan jenis asam. Bahan organik serta metode ekstraksi akan berbeda-beda (Pelu *et al.*, 1998). Menurut Hinterwaldner (1977) terdapat tiga tahapan penting dalam pembuatan gelatin, yaitu 1) persiapan bahan baku, 2) konversi kolagen menjadi gelatin, dan 3) pemurnian serta perolehan gelatin dalam bentuk kering. Diagram alir proses pembuatan gelatin dengan cara asam dan cara basa dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Proses Pembuatan Gelatin Dengan Cara Asam dan Cara Basa

Konversi kolagen menjadi gelatin biasanya didasarkan pada pengaturan temperatur ekstraksi, yang dilakukan untuk mencegah kerusakan protein pada suhu tinggi. Kisaran suhu ekstraksi yang digunakan antara 50^o-100^oC, sedangkan nilai pH ekstraksi dapat bervariasi untuk tiap metode (Hinterwaldner, 1977). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wulandari *et al.* (2013) menghasilkan Kombinasi perlakuan terbaik yaitu *defatting* dengan suhu 70 °C memiliki nilai kekuatan gel 202,9 bloom, viskositas 3,87 cP, titik leleh 22,5 °C dan rendemen 3,53%.

Kolagen akan mulai mengalami pemecahan struktur *triple helix* pada suhu 38^oC. Seiring bertambahnya suhu, semakin banyak pemecahan struktur serabut kolagen

sehingga yang berikatan dengan air membentuk gelatin semakin banyak. Pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Atmoko dan Pangestuti (2012) menunjukkan bahwa pada suhu 40-50°C jumlah kolagen yang terhidrolisa baru sedikit, konsentrasi kolagen dalam tulang masih tinggi sehingga dengan seiring bertambahnya suhu mendekati 75°C, kolagen yang terhidrolisa akan semakin banyak sehingga konversi gelatin semakin besar. Hal ini terjadi karena dengan naiknya suhu maka tumbukan antar partikel semakin besar, sehingga reaksi berjalan semakin cepat dan konstanta reaksi semakin besar. Pada suhu hidrolisa 70° sampai 75°C terjadi penambahan jumlah gelatin namun sangat kecil persentasenya, hal ini terjadi karena hampir semua kolagen yang ada dalam tulang sudah terhidrolisa.

Tahap pengembangan kulit (*swelling*) adalah tahap yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran dan mengkonversi kolagen menjadi gelatin (Surono, 1994). Pada tahap ini perendaman dapat dilakukan dengan larutan asam organik seperti asam asetat, sitrat, fumarat, askorbat, malat, suksinat, tartarat, dan asam lainnya yang aman dan tidak menusuk hidung. Sedangkan asam anorganik yang biasa digunakan adalah asam hidroklorat, fosfat, klorida, dan sulfat (Grossman dan Bergman, 1991).

Metode pengkonversian kolagen menjadi gelatin adalah dengan denaturasi kolagen. Proses denaturasi terjadi dengan pemanasan kolagen pada suhu 40°C atau lebih dengan penambahan senyawa pemecah ikatan hidrogen pada suhu kamar atau lebih rendah, berupa pemecahan struktur koil kolagen menjadi satu, dua atau tiga rantai polipeptida secara acak (Gomez dan Montero, 2001).

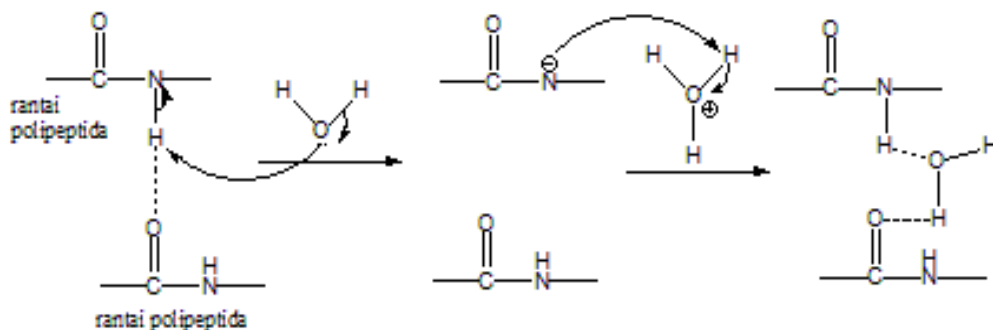
Proses perubahan kolagen menjadi gelatin melibatkan tiga perubahan yaitu:

1. Pemutusan sejumlah ikatan peptida untuk memperpendek rantai
2. Pemutusan atau pengacauan sejumlah ikatan camping antar rantai

3. Perubahan konfigurasi rantai

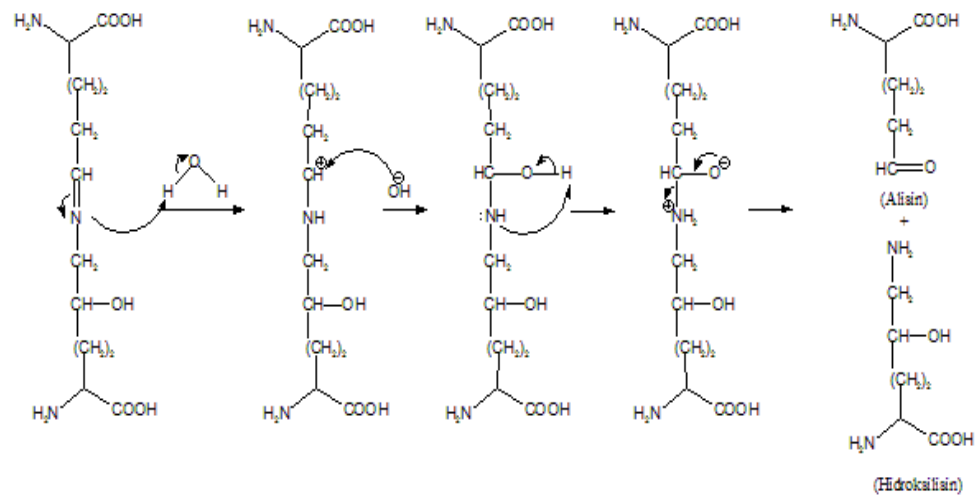
Konversi kolagen menjadi gelatin terjadi dalam tiga tahap, yaitu hidrolisis lateral, hidrolisis ikatan polipeptida terutama glisin, dan penghancuran struktur kolagen (Ward dan Courts, 1977). Menurut Hadiwiyoto (1993) produksi gelatin meliputi tahap-tahap pengecilan ukuran bahan baku, perendaman, pencucian, pemanasan, pemekatan, pendinginan, dan pengeringan. Pengecilan ukuran disini menurutnya diperlukan untuk lebih memperluas permukaan bahan sehingga proses dapat berlangsung lebih cepat dan sempurna.

Ekstraksi adalah proses denaturasi untuk mengubah kolagen menjadi gelatin dengan penambahan senyawa pemecah ikatan hidrogen pada suhu kamar atau suhu yang lebih rendah. Ekstraksi juga dapat dilakukan dengan menggunakan air panas, dimana pada proses ini terjadi denaturasi, peningkatan hidrolisis dan kelarutan gelatin. Waktu yang diperlukan untuk ekstraksi adalah 4-8 jam dengan suhu antara 55-100°C. Setelah diperoleh ekstrak bersih, dilakukan pengeringan untuk mengurangi kadar air sebanyak 85-90%. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan evaporator vakum dengan suhu 43-45°C dan dilanjutkan dengan menggunakan *freeze dryer* atau oven pada suhu antara 30-60°C (Viro, 1992).



Gambar 7. Reaksi Pemutusan Ikatan Hidrogen Tropokolagen

Sumber: Martianingsih (2009)



Gambar 8. Reaksi Hidrolisis Ikatan Silang Kovalen Tropokolagen

Sumber: Martianingsih (2009)

2.8 Pemanfaatan Gelatin

Gelatin dimanfaatkan terutama untuk mengubah cairan menjadi padatan yang elastis atau mengubah sol menjadi gel. Reaksi pada pembentukan gel ini bersifat reversible karena bila gel dipanaskan akan berbentuk sol dan bila didinginkan akan berbentuk gel lagi. Keadaan tersebut membedakan gelatin dengan gel dari pektin, alginat, albumin telur, dan protein susu yang gelnya irreversible (Johns, 1977).

Industri yang paling banyak memanfaatkan gelatin adalah industri pangan. Dalam industri pangan, menurut Poppe (1992) gelatin digunakan sebagai pembentuk busa (whipping agent), pengikat (binder agent), penstabil (stabilizer), pembentuk gel (gelling agent), perekat (adhesive), peningkat viskositas (viscosity agent), pengemulsi (emulsifier), finning agent, crystal modifier, dan pengental (thickener). Industri pangan yang membutuhkan gelatin antara lain industri konfeksioneri, produk jelly, industri susu, margarin dan food suplement.

Gelatin juga digunakan dalam industri non-pangan seperti industri farmasi, fotografi, kosmetik, dan industri kertas. Gelatin dapat digunakan dalam bahan pembuat kapsul, pengikat tablet dan pastilles, gelatin sponge, surgical powder, suppositories, medical research, plasma expander, dan mikroenkapsulasi dalam bidang farmasi. Gelatin dalam industri fotografi digunakan sebagai pengikat bahan peka cahaya, dan pada industri kosmetik, gelatin digunakan untuk menstabilkan emulsi pada produk-produk shampo, penyegar dan lotion, sabun (terutama yang cair), lipstick, cat kuku, busa cukur, krim pelindung sinar matahari (Hermanianto 2004). Dalam industri kertas, gelatin digunakan sebagai sizing paper (Ward and Court 1977).

Gelatin sebagai pembentuk gel mempunyai sineresis yang rendah dan mempunyai kekuatan gel antara 220-225 gr bloom sehingga dapat digunakan dalam produk jelly. Sebagai pengemulsi, gelatin bisa diaplikasikan ke dalam sirup lemon, susu, mentega, margarin, dan pasta. Gelatin sebagai penstabil dapat digunakan dalam pembuatan es krim dan yoghurt. Sebagai bahan pengikat, gelatin dapat digunakan dalam produk-produk daging (Johns 1977). Penggunaan gelatin pada industri pangan dan non pangan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Penggunaan Gelatin dalam Industri Pangan dan Non Pangan di Dunia Tahun 1999

Jenis industri pangan	Jumlah penggunaan (ton)	Jenis industri non pangan	Jumlah penggunaan (ton)
Konfeksionari	68.000	Pembuatan film	27.000
Jelly	36.000	Kapsul lunak	22.600
Olahan daging	16.000	Cangkang kapsul	20.200
Olahan susu	16.000	Farmasi	12.600
Margarin/mentega	4.000	Teknik	6.000
Food supplement	4.000		
Jumlah	144.000	Jumlah	88.400

Sumber: SKW Biosystem dalam Nurilmala (2004)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari alat untuk pembuatan gelatin kulit ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) dan alat untuk analisa.

Alat-alat yang digunakan yang digunakan dalam pembuatan gelatin kulit ikan gabus diantaranya adalah *beaker glass* 1000 ml, gelas ukur, pipet volume, bola hisap, waterbath, spatula, timbangan digital, pisau, nampan, oven, loyang, grinder, *thermometer*, dan pH meter.

Alat yang digunakan untuk analisa gelatin kulit ikan gabus antara lain mortar dan alu, oven, spatula, timbangan digital, pH meter, gelas ukur, loyang, *waterbath*, oven, gelas piala, sentrifuse, grinder, botol film, pipet volumetrik, tabung reaksi, erlenmeyer, tabung soxlet, tanur, cawan, desikator, hot plate, tabung reaksi, botol timbang dan tutup, *Rheoner RE 3305*, *Kett Digital Whitenes Powder C-100*, *Brookfield Syncro-Lectric Viskometer*, *magnetic stirrer*, *atomic absorption spectrophotometri*, HPLC *Water Associates* dan *kjeltec system*.

3.1.2 Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah kulit ikan gabus yang diperoleh langsung dari petani ikan gabus di daerah Pasuruan, Jawa Timur. Bahan lain yang digunakan adalah: aquades, asam asetat *pro analysis* 97% yang diperoleh dari toko Makmur, dan bahan-bahan yang digunakan untuk pengujian antara lain: Na_2CO_3 , NaOH , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, HCl , K_2SO_4 , HgO , H_2SO_4 , HClO_4 , HNO_3 , air suling, aseton, dan H_3BO_3 , petroleum eter, natrium asetat serta kertas saring whatman 41.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode

Metode yang digunakan adalah eksperimen. Metode eksperimen merupakan bagian dari metode kuantitatif dan memiliki ciri khas tersendiri terutama dengan adanya kelompok kontrol. Dalam bidang sains, penelitian-penelitian dapat menggunakan desain eksperimen karena variabel-variabel dapat dipilih dan variabel-variabel lain yang dapat mempengaruhi proses eksperimen itu dapat dikontrol secara ketat (Fataruba, 2010).

3.2.2 Variabel Penelitian

Variabel adalah objek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian (Arikunto, 2006). Sesuatu dinamai variabel dikarenakan secara kuantitatif atau secara kualitatif ia dapat bervariasi. Apabila sesuatu tidak dapat bervariasi maka ia bukan variabel melainkan konstanta (Azwar, 2007). Ada dua macam variabel dalam penelitian, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah variabel yang diselidiki pengaruhnya, sedangkan variabel terikat adalah variabel yang diperkirakan akan timbul sebagai pengaruh dari variabel bebas (Surakhmad, 1994).

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas yaitu variasi suhu ekstraksi yaitu 45°C, 50°C, 55°C serta variabel terikat yaitu analisa proksimat, rendemen, viskositas, kekuatan gel, dan pH.

3.2.3 Rancangan Percobaan

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan lima kali ulangan. Menurut Sastrosupadi (2000), rancangan ini biasa digunakan apabila percobaan mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen sehingga RAL banyak digunakan untuk percobaan laboratorium. Model Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i$$

Tabel 6. Rancangan Penelitian (RAL)

Perlakuan	Suhu Ekstraksi	Ulangan					Total	Rata-Rata
		1	2	3	4	5		
A	45 ⁰	A1	A2	A3	A4	A5	AT	AR
B	50 ⁰	B1	B2	B3	B4	B5	BT	BR
C	55 ⁰	C1	C2	C3	C4	C5	CT	CR

Langkah selanjutnya yaitu membandingkan antara F hitung dengan F tabel.

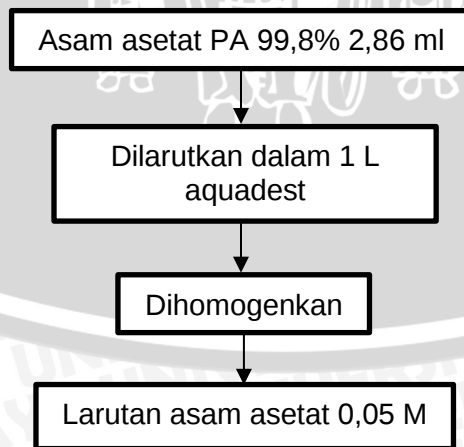
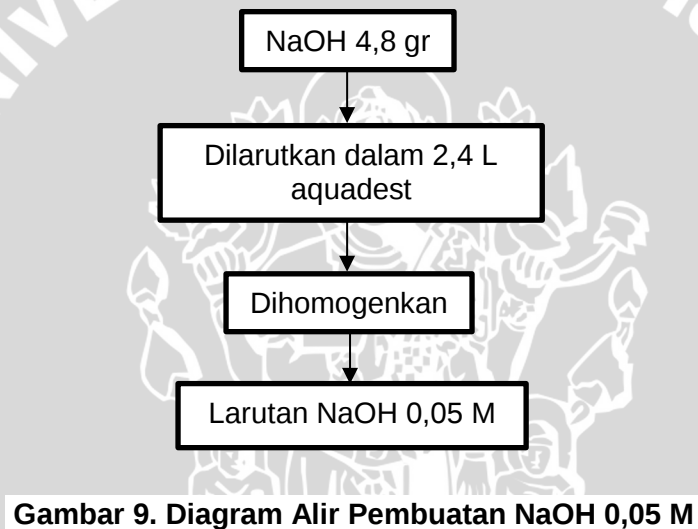
- Jika F hitung > dari F tabel 1 %. Maka perlakuan menyebabkan hasil sangat berbeda nyata.
- Jika F hitung < F tabel 5 %, maka perlakuan tidak berbeda nyata.
- Jika F tabel 5 % < F hitung < F tabel 1 %, maka perlakuan menyebabkan hasil berbeda nyata.

Apabila dari hasil perhitungan didapatkan perbedaan yang nyata (F hitung > F tabel 5 %) maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk menentukan yang terbaik.

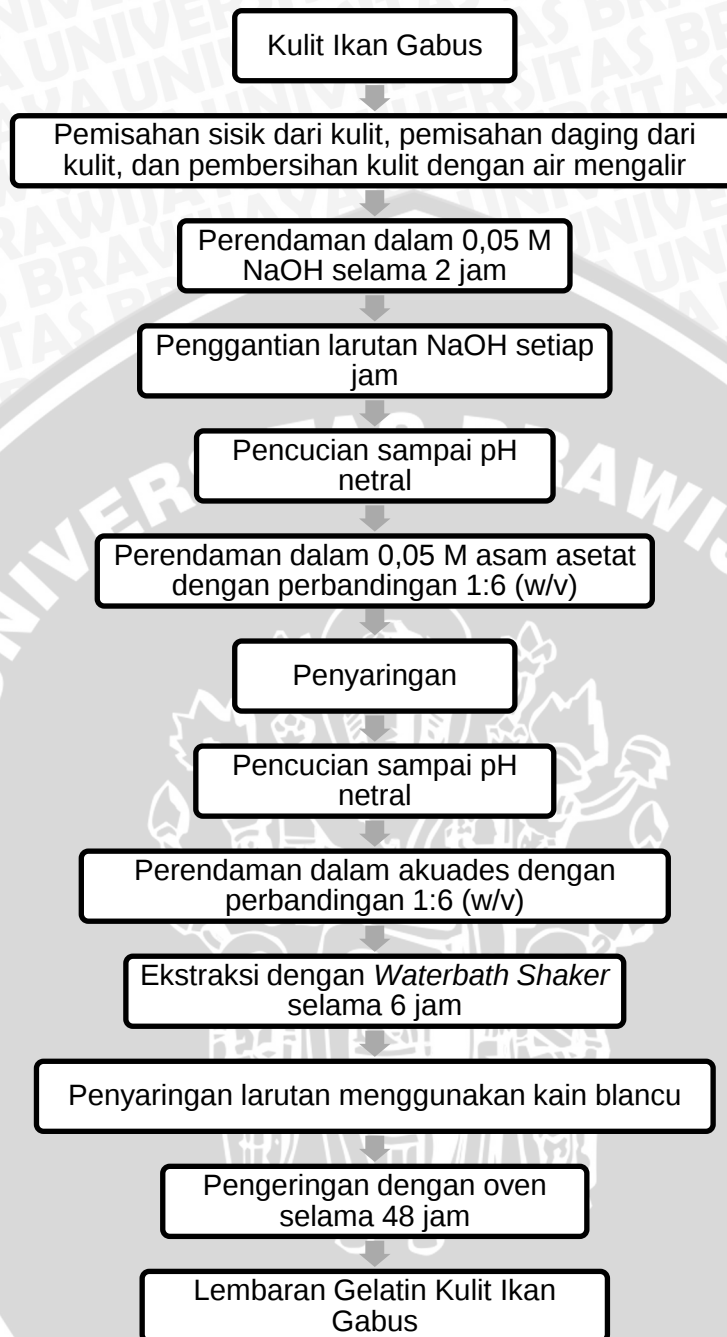
3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan gelatin dari kulit ikan gabus meliputi proses kulit segar disimpan dalam *freezer* seperti yang dijelaskan oleh (Sae-law dan Soottawat, 2015) dengan beberapa modifikasi. Kulit direndam dalam 0,05 M NaOH dengan rasio kulit / larutan 1:6 (w / v) dan diaduk selama 2 jam pada suhu kamar (Sekitar 26-28°C). Larutan alkali diganti setiap jam. Kulit yang sudah basa kemudian dicuci dengan air keran sampai air cucian netral. Setelah itu, kulit dibilas dengan air suling. Selanjutnya, kulit direndam dalam 0,05 M asam asetat dengan rasio kulit / larutan 1:6 (w / v) selama 1 jam dengan pengadukan lembut sampai kolagen membengkak dalam matriks kulit. Kulit yang diolah dengan asam kemudian dibilas seluruhnya seperti yang dijelaskan

sebelumnya. Setelah itu, kulit dibilas dengan air suling. Setelah pembengkakan, kulit yang bengkak direndam dalam air suling (45°C , 50°C , dan 55°C) dengan rasio kulit / air 1:6 (w / v) dalam *waterbath shaker* untuk mengekstrak gelatin dari bahan kulit. Campuran kemudian disaring menggunakan kain blacu. Filtrat yang dihasilkan dikeringkan menggunakan oven suhu 55°C selama ± 2 hari. Gelatin lembaran yang telah kering, kemudian dihaluskan dengan menggunakan *grinder* untuk mendapatkan gelatin fase bubuk. Diagram alir penelitian tahap pertama dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 10. Diagram Alir Pembuatan Asam Asetat 0,05 M



Gambar 11. Diagram Alir Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Gabus

Sumber: * Modifikasi dari Sae-law dan Soottawat (2015)

Setelah lembaran gelatin didapatkan kemudian dihaluskan dan diperoleh tepung gelatin, kemudian dilakukan analisis diantaranya, yaitu analisis rendemen, pH, viskositas, kekuatan gel, titik leleh, titik gel, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan FTIR.

3.4 Analisis Fisika dan Kimia Gelatin

Sifat fungsional gelatin sangat penting dalam aplikasi terhadap suatu produk. Sifat tersebut merupakan sifat fisika dan kimia yang mempengaruhi perilaku gelatin dalam makanan selama proses, penyimpanan, penyiapan, dan pengkonsumsian (Kinsella, 1982). Sifat fisika gelatin antara lain kekuatan gel, viskositas, titik isoelektrik (pH), titik leleh, dan titik gel, sedangkan sifat kimia gelatin antara lain kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, dan FTIR.

3.4.1 Rendemen (AOAC, 1995)

Rendemen diperoleh dari perbandingan antara berat tepung kering gelatin yang dihasilkan dengan berat bahan segar (kulit yang telah dicuci bersih). Besarnya rendemen dapat diperoleh dengan rumus:

$$\text{Rendemen (100\%)} = \frac{\text{Berat bahan kering gelatin}}{\text{Berat bahan segar}} \times 100 \%$$

3.4.2 Kekuatan Gel (British Standard 757, 1975)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/b) disiapkan dengan akuades (7,5 gram gelatin ditambah akuades 105 ml). Larutan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* sampai homogen kemudian dipanaskan sampai suhu 80 oC selama 15 menit. Larutan dituang dalam *Standard Bloom Jars* (botol dengan diameter 58–60 mm, tinggi 85 mm), ditutup dan didiamkan selama 2 menit. Kemudian diinkubasi pada suhu 10 °C selama 17±2 jam.

Kekuatan gel diukur dengan menggunakan alat *Texture Analyzer* merek STEVEN- LFRA. Alat ini menggunakan probe dengan luas 0,1923 cm². Sampel diletakkan dibawah probe dan dilakukan penekanan dengan beban 97 gram. Tinggi kurva kemudian diukur dengan menggunakan jangka sorong. Kekuatan gel diukur dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kekuatan gel (dyne/cm}^2\text{)} = F/G \times 980$$

$$\text{Kekuatan gel (bloom)} = 20 + (2,98 \times 10^{-3}) \times D$$

Keterangan: F = Tinggi Kurva

G = Konstanta (0,07)

D = Kekuatan Gel (dyne/cm²)

3.4.3 Viskositas (British Standard 757, 1975)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/b) disiapkan dengan aquades (7 gr gelatin ditambah 105 ml aquades) kemudian larutan diukur viskositasnya dengan menggunakan alat *Brookfield Syncro-Lectric Viscometer*. Pengukuran dilakukan pada suhu 60 °C dengan laju geser 60 rpm menggunakan spindel. Hasil pengukuran dikalikan dengan faktor konversi. Pengujian ini menggunakan spindel no.1 dengan faktor konversinya adalah 1, nilai viskositas dinyatakan dalam satuan centipoise (cP).

3.4.4 Derajat keasaman (pH) (British Standard 757, 1975)

Contoh sebanyak 0,2 gr didispersi dalam 20 ml aquades pada suhu 80°C. Contoh dihomogenkan dengan *magnetic stirer*. Kemudian diukur derajat keasamannya (pH) pada suhu kamar dengan pH meter.

3.4.5 Kadar air (AOAC, 1995)

Prosedur penentuan kadar air dilakukan dengan cara menimbang 5 gr contoh dan diletakkan dalam cawan kosong yang sudah ditimbang beratnya, cawan serta

tutupnya sebelumnya sudah dikeringkan di dalam oven serta didinginkan di dalam desikator. Cawan yang berisi contoh kemudian ditutup dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100-102 °C selama 6 jam. Cawan tersebut lalu didinginkan di dalam desikator dan setelah dingin cawan ditimbang.

Kadar air dapat ditimbang dengan rumus:

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{\text{Berat Sampel}} \times 100 \%$$

Keterangan:

W_1 = berat (sampel + cawan) sebelum dikeringkan

W_2 = berat (sampel + cawan) setelah dikeringkan

3.4.6 Kadar abu (AOAC, 1995)

Prosedur penentuan kadar abu dilakukan dengan cara menimbang sebanyak 5 gr contoh dan dimasukkan ke dalam cawan pengabuan yang telah ditimbang dan dibakar di dalam tanur dengan suhu 600 °C serta didinginkan dalam desikator.

Cawan yang berisi contoh dimasukkan ke dalam tanur pengabuan dan dibakar sampai didapat abu yang berwarna keabu-abuan. Pengabuan ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu pertama pada suhu sekitar 400 °C selama 1 jam dan kedua pada suhu 550 °C selama 5 jam. Cawan yang berisi abu tersebut didinginkan dalam desikator dan kemudian ditimbang. Kadar abu dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{Berat Abu}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

3.4.7 Kadar protein (AOAC, 1995)

Penentuan kadar protein dilakukan dengan metode mikro-kjeldahl. Contoh ditimbang sebanyak 0,2 gr dan dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 30 ml. Kemudian ditambah 2 gr K_2SO_4 , 50 mg HgO dan 2,5 ml H_2SO_4 . Contoh didestruksi selama 1-1,5

jam sampai cairan berwarna hijau jernih lalu didinginkan dan ditambah air suling perlahan-lahan. Isi labu dipindahkan ke dalam alat destilasi, ditambah 10 ml NaOH pekat sampai berwarna coklat kehitaman lalu didestilasi. Hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer 125 ml yang berisi 5 ml H_3BO_3 dan dititrasikan dengan HCl 0.02N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Perhitungan kadar protein menggunakan rumus:

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

$$\% \text{ Protein} = \% N \times 6,25$$

3.4.8 Kadar lemak (AOAC, 1995)

Contoh sebanyak 2 gr ditimbang dan dibungkus dengan kertas saring lalu ditutup dengan kapas bebas lemak dan dimasukkan ke dalam labu lemak. Setelah itu diletakkan ke dalam alat ekstraksi soxhlet, dengan posisi alat kondensor berada di atas dan labu lemak di bawahnya. Petroleum benzene ditambahkan ke dalam labu lemak kemudian dilakukan ekstraksi selama ± 6 jam pada suhu $40^\circ C$ hingga pelarut yang turun kembali ke labu lemak menjadi jernih. Pelarut yang ada di dalam labu lemak didestilasi sehingga semua pelarut lemak menguap. Selanjutnya labu lemak hasil ekstraksi dikeringkan dalam oven pada suhu $105^\circ C$. Setelah itu labu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Penentuan kadar lemak menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{(\text{berat labu akhir} - \text{berat labu awal})}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

3.4.9 Titik leleh (Suryaningrum dan Utomo, 2002)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/v) disiapkan dengan aquades. Contoh diinkubasi pada suhu $10^\circ C$ selama 17 ± 2 jam. Pengukuran titik leleh

dilakukan dengan cara memanaskan gel gelatin dalam *waterbath*. Diatas gel gelatin tersebut diletakkan gotri dan ketika gotri jatuh ke dasar gel gelatin maka suhu tersebut merupakan suhu titik leleh.

3.4.10 Titik gel (Suryaningrum dan Utomo, 2002)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/v) disiapkan dengan aquades dan disimpan dalam tabung reaksi yang dihubungkan dengan termometer digital kemudian diberikan es pada keliling luar bagian tabung reaksi. Titik gel adalah suhu ketika larutan gelatin mulai menjadi gel.

3.4.11 Analisis FTIR

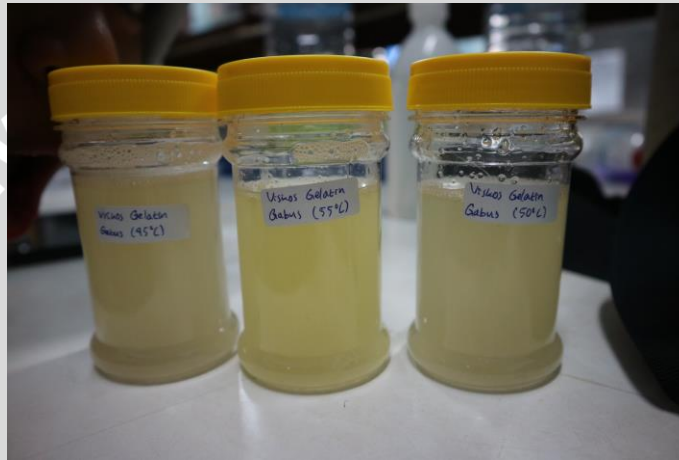
Analisis gugus fungsi dalam penelitian ini menggunakan spektroskopi Fourier Transform Infra Red (FTIR). Analisis FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yaitu gugus fungsi khas dari gelatin yang telah di isolasi. Spektra FTIR diperoleh dari kepingan yang berisi 2 mg sampel dalam 80 mg kalium bromida (KBr). Sampel dibaca dari daerah serapan $4000 - 500 \text{ cm}^{-1}$ (Kristianingrum, 2014).

FTIR merupakan metode untuk menentukan keberadaan gugus fungsi dengan prinsip absorpsi cahaya pada daerah IR. Bila suatu molekul menyerap radiasi IR, energi yang diserap akan menyebabkan kenaikan dalam amplitudo getaran atom-atom tereksitasi. Energi yang diserap akan dibuang dalam bentuk panas jika molekul kembali ke keadaan dasar. Panjang gelombang dari absorpsi suatu tipe ikatan yang berlainan akan menyerap pada panjang gelombang berlainan, sehingga FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi suatu molekul. Molekul senyawa kompleks yang ditembak dengan energi dari sumber sinar yang akan menyebabkan molekul tersebut mengalami vibrasi (Hoffman, 2004).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelarutan Gelatin dalam Air

Salah satu pengujian paling sederhana untuk membuktikan produk yang didapat berupa gelatin dan bukan kolagen adalah dengan melarutkan produk akhir dalam air seperti yang dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Kelarutan Gelatin dalam Air

Konversi kolagen yang bersifat tidak larut dalam air menjadi gelatin yang bersifat larut dalam air merupakan transformasi esensial dalam pembuatan gelatin. Agar dapat diekstraksi kolagen harus diberi perlakuan awal. Ekstraksi ini dapat menyebabkan pemutusan ikatan hidrogen diantara ketiga rantai tropokolagen menjadi tiga rantai bebas, dua rantai saling berikatan dan satu rantai bebas, serta tiga rantai yang masih berikatan (Poppe 1992). Gelatin larut dalam air, asam asetat, dan pelarut alkohol seperti gliserol, propilen glikol, sorbitol, dan manitol tetapi tidak larut dalam alkohol, aseton, karbon tetraklorida, benzena, petroleum eter, dan pelarut organik lainnya. Dalam kondisi tertentu gelatin larut dalam campuran aseton-air dan alkohol-air (Viro 1992).

Gelatin larut dalam air panas dan jika didinginkan akan membentuk gel (Suryani *et.al.*, 2009). Penggunaan gelatin pada bidang pangan lebih merupakan salah satu hidrokoloid atau polimer larut air yang lebih disebabkan penggunaan dalam bidang pangan oleh sifat fisik yang unik dibandingkan karena nilai gizinya sebagai sumber protein (Ward dan Courts, 1977).

4.2 Hasil Uji Proksimat dan Sifat Fisika-Kimia Gelatin Kulit Ikan Gabus

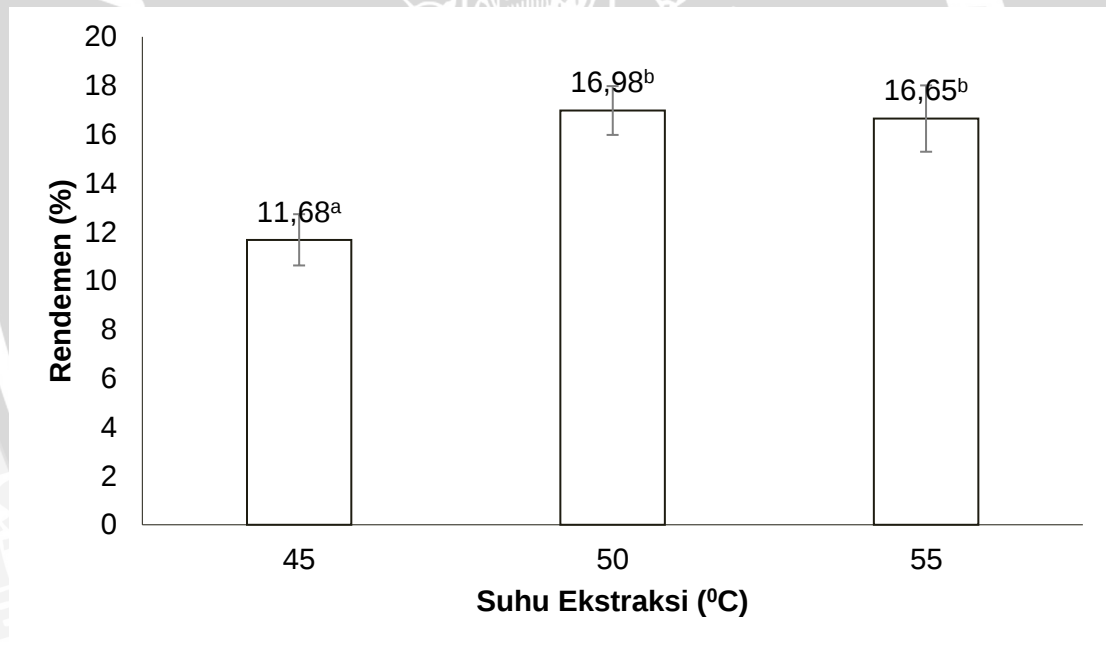
Hasil pengujian proksimat dan sifat fisika-kimia gelatin kulit ikan gabus dengan suhu ekstraksi 45°C, 50°C, 55°C, gelatin komersial, gelatin standar berdasar SNI dan gelatin standar berdasarkan GMIA dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Parameter Proksimat dan Fisika-Kimia Gelatin Kulit Ikan Gabus dengan Perlakuan Suhu, Gelatin Komersial, dan Gelatin Standar

Parameter Proksimat dan Fisika-Kimia	Suhu Ekstraksi			Gelatin komersial	Gelatin Standar (SNI, 1995)	Gelatin (GMIA, 2012)
	45°C	50°C	55°C			
Rendemen (%)	11,68	16,98	16,65	-	-	-
Kadar air (%)	9,08	7,48	7,48	12,937	Maks. 16	-
Kadar abu (%)	4,97	2,98	3,39	1,633	Maks. 3,25	0,3
Kadar protein (%)	87,98	90,54	92,04	87,707	-	-
Kadar lemak (%)	0,79	0,65	0,77	0,23	-	-
Kekuatan gel (Bloom)	102,039	90,203	82,856	318,300	-	50-300
Viskositas (cP)	7	9	12	9,75	-	1,5 - 7,5
pH	5,20	5,31	5,28	4,00	-	3,8 - 5,5
Titik Leleh (°C)	28	29,60	28,20	29,60	-	-
Titik Gel (°C)	14	13	14	19,50	-	-

4.3 Rendemen

Rendemen merupakan salah satu parameter penting dalam pembuatan gelatin. Rendemen gelatin kulit ikan gabus diperoleh dari perbandingan dengan berat kulit ikan gabus sebelum diberi perlakuan. Efisien dan efektifnya proses ekstraksi bahan baku untuk pembuatan gelatin dapat dilihat dari nilai rendemen yang dihasilkan. Semakin besar rendemen yang dihasilkan maka semakin efisien perlakuan yang diberikan. Analisis sidik ragam pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda terhadap nilai rendemen menunjukkan hasil yang berbeda nyata, dapat dilihat pada Lampiran 13. Hasil rendemen gelatin kulit ikan gabus yang dibuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 13.



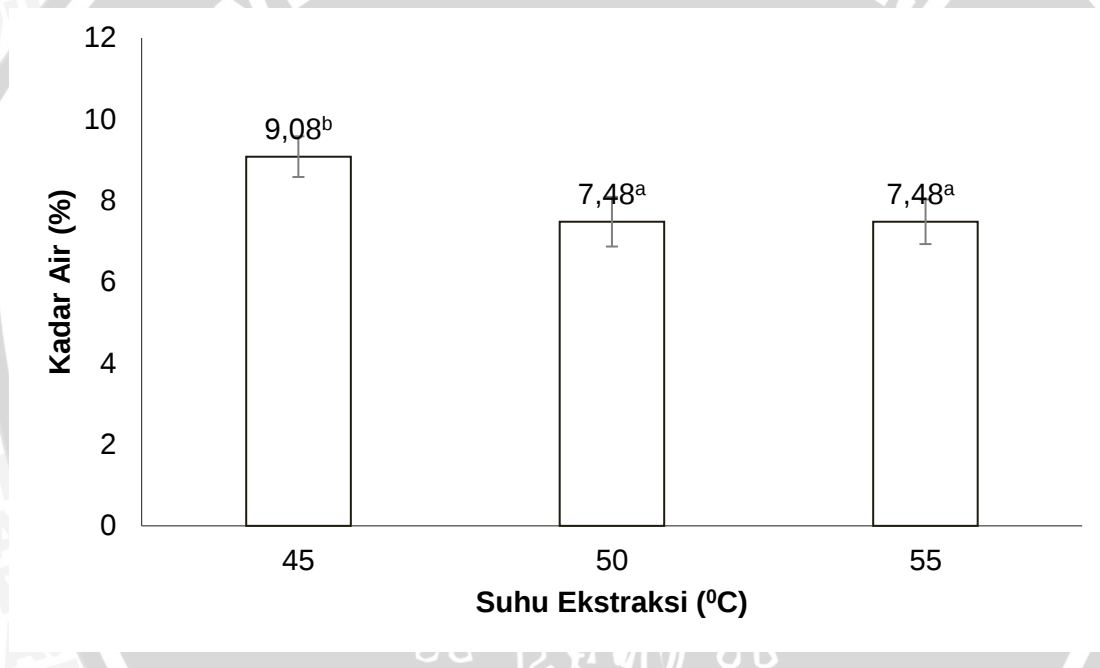
Gambar 13. Grafik Rendemen Gelatin Kulit Ikan Gabus

Dari hasil penelitian diperoleh nilai rendemen gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 11,68% sampai 16,98%. Nilai rendemen terbesar diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C yaitu sebesar 16,98%, sedangkan nilai rendemen terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 11,68%. Dari hasil penelitian terlihat kecenderungan semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka nilai rendemen yang dihasilkan semakin tinggi. Peningkatan suhu dan hasil rendemen disebabkan karena semakin banyaknya pemecahan struktur serabut kolagen sehingga yang berikatan dengan air membentuk gelatin semakin banyak. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Mayangsari *et.al.* (2013), Suhu optimum untuk ekstraksi di atas *waterbath* adalah 50, 60, 70°C, karena suhu terlalu rendah menghasilkan rendemen rendah dan suhu yang terlalu tinggi menghasilkan kualitas gelatin juga rendah. Pemanasan kolagen secara bertahap akan menyebabkan struktur rusak dan rantai-rantai akan terpisah. Peningkatan lama pemasakan (ekstraksi) atau pemanasan dalam air akan meningkatkan kelarutan kolagen sehingga rendemen gelatin akan meningkat (Lehninger, 1997).

Berdasarkan hasil penelitian Nurimala *et.al.* (2006) yang menunjukkan bahwa gelatin dapat diperoleh dengan cara denaturasi panas dari kolagen. Kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam klorida, maka rendemen yang dihasilkan makin tinggi. Tingginya rendemen yang dihasilkan diduga karena pengaruh jumlah ion H^+ yang menghidrolisis kolagen dari rantai *triple heliks* menjadi rantai tunggal yaitu gelatin lebih banyak, semakin tinggi suhu ekstraksi akan menyebabkan kolagen terurai menjadi gelatin lebih banyak. Kecenderungan ini mencapai batasnya apabila ion H^+ yang berlebih disertai suhu yang tinggi mendenaturasi kolagen yang terhidrolisis.

4.4 Kadar Air

Kadar air gelatin perlu dihitung karena akan berpengaruh pada mutu dan lama penyimpanannya. Hal ini karena gelatin merupakan senyawa hidrokoloid yang dapat larut dalam air dan bisa menyerap air dalam jumlah yang cukup besar (Glicksman, 1969). Analisis sidik ragam pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda terhadap nilai kadar air pada Lampiran 14 menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Hasil kadar air gelatin kulit ikan gabus yang dibuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Kadar Air Gelatin Kulit Ikan Gabus

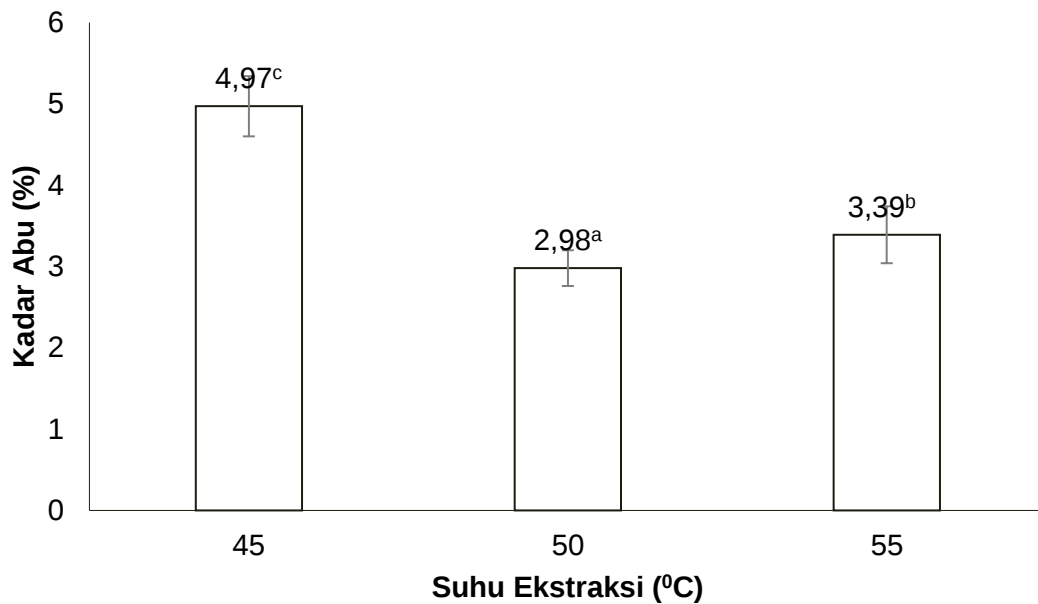
Hasil penelitian diperoleh nilai kadar air gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 7,48% sampai 9,08%. Nilai ini sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh SNI (1995) yaitu maksimum nilai 16%. Nilai kadar air terbesar diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 9,08%, sedangkan nilai kadar air terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C dan 55°C yaitu sebesar 7,48%. Dari hasil penelitian terlihat kecenderungan semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka nilai

kadar air yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan suhu ekstraksi yang semakin tinggi mengakibatkan daya ikat air yang lemah pada gelatin akan menyebabkan air mudah menguap pada saat pengeringan. Menurut Astawan dan Aviana (2002), penurunan kadar air ini disebabkan oleh struktur kolagen yang semakin terbuka dengan katan yang lemah, akibatnya menghasilkan gelatin dengan struktur yang lemah, sehingga daya ikat air pada gelatin juga kurang kuat. Daya ikat air yang lemah pada gelatin akan membuat air mudah menguap pada saat pengeringan.

Buckle *et.al.* (1988) juga menyatakan bahwa alat dan suhu pengeringan merupakan faktor yang mempengaruhi nilai kadar air bahan hasil pengeringan. Perbedaan nilai kadar air gelatin hasil penelitian ini dapat disebabkan oleh alat dan suhu pengeringan yang berbeda. Pada penelitian ini, pengeringan dilakukan dengan oven pada suhu 56°C selama 48 jam.

4.5 Kadar Abu

Nilai kadar abu suatu bahan pangan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut (Apriyanto, 1989). Hasil analisis sidik ragam pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda terhadap nilai kadar abu pada Lampiran 15 menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Hasil kadar air gelatin kulit ikan gabus yang dibuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 15.

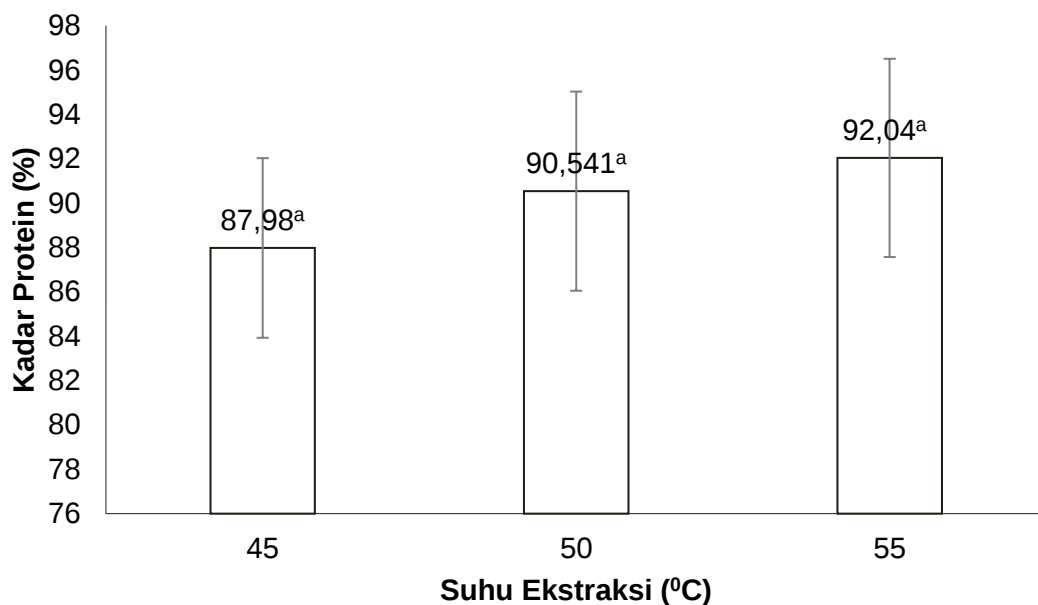


Gambar 15. Grafik Kadar Abu Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh nilai kadar abu gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 2,98% sampai 4,97%. Nilai ini menunjukkan bahwa hanya satu perlakuan saja yaitu 50°C yang sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh SNI (1995) yaitu maksimum nilai 3,25%. Nilai kadar abu terbesar diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 4,97%, sedangkan nilai kadar abu terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C yaitu sebesar 2,98%. Dari hasil penelitian terlihat kecenderungan semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka nilai kadar abu yang dihasilkan semakin rendah. Besar kecilnya nilai kadar abu ditentukan oleh proses pencucian atau demineralisasi, semakin banyak mineral yang luruh maka nilai kadar abu semakin rendah (Setiawati, 2009). Tingginya kadar abu yang dimiliki oleh gelatin kulit ikan gabus diduga karena masih banyak jumlah mineral yang tidak larut dalam proses pencucian.

4.6 Kadar Protein

Protein di dalam gelatin termasuk protein sederhana dalam kelompok skleroprotein dan mempunyai kadar protein yang tinggi, karena gelatin diperoleh dari hidrolisis atau penguraian kolagen dengan panas (DeMan, 1989). Hasil analisis sidik ragam pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda terhadap nilai kadar protein pada Lampiran 16 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hasil kadar air gelatin kulit ikan gabus yang dibuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik Kadar Protein Gelatin Kulit Ikan Gabus

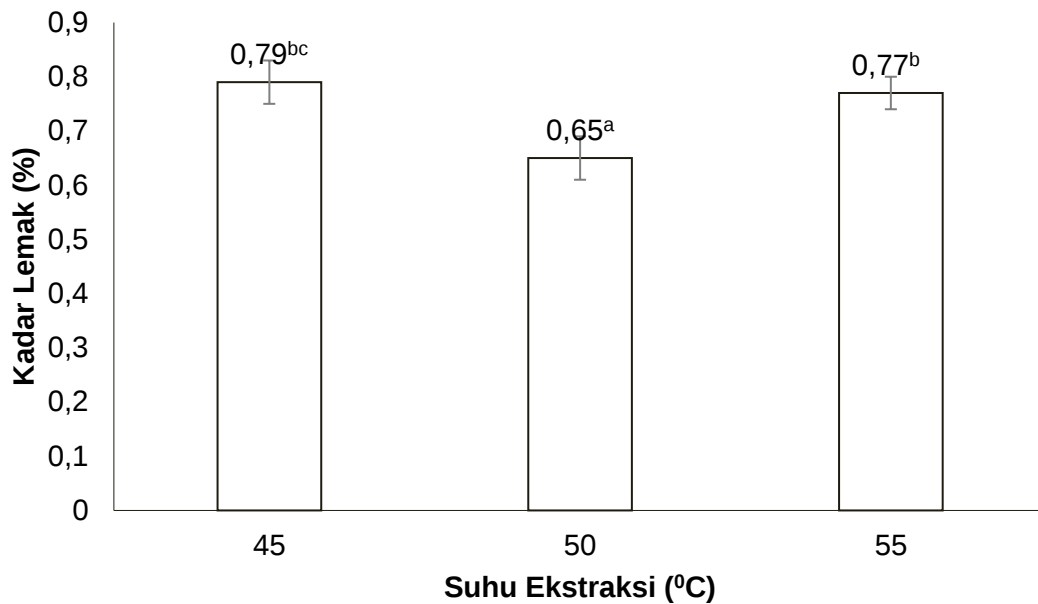
Hasil penelitian diperoleh nilai kadar protein gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 87,98% sampai 92,04%. Nilai rendemen terbesar diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 55°C yaitu sebesar 92,04%, sedangkan nilai rendemen terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 87,98%. Kadar protein gelatin komersial yaitu 85,99% dan gelatin standar laboratorium yaitu 87,26% (Nurilmala 2004).

Kadar protein gelatin kulit ikan gabus yang lebih tinggi diduga karena bahan baku yang digunakan mempunyai kadar protein cukup tinggi. Kadar protein pada gelatin dipengaruhi oleh proses perendaman kulit. Proses perendaman mengakibatkan terjadinya reaksi pemutusan ikatan hidrogen dan pembukaan struktur koil kolagen yang terjadi secara optimum sehingga jumlah protein yang terekstrak menjadi banyak (Setiawati, 2009). Tingginya kadar protein yang terkandung dalam gelatin kulit ikan gabus mengindikasikan bahwa gelatin tersebut memiliki mutu yang baik. Menurut Rusli (2004) bahwa berdasarkan berat keringnya, gelatin terdiri dari 98-99% protein.

4.7 Kadar Lemak

Penentuan kadar lemak cukup penting karena lemak berpengaruh terhadap perubahan mutu gelatin selama penyimpanan. Dimana gelatin yang bermutu tinggi diharapkan memiliki kandungan lemak yang rendah bahkan tidak mengandung lemak (DeMan, 1989).

Hasil analisis sidik ragam pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda terhadap kadar lemak pada Lampiran 17 menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Hasil kadar lemak gelatin kulit ikan gabus yang dibuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik Kadar Lemak Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh kadar lemak gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 0,65% sampai 0,79%. Nilai ini cukup baik karena kadar lemak tidak melebihi batas 5% yang merupakan salah satu persyaratan mutu gelatin (Pelu *et al.* 1998). Kadar lemak terbesar diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 0,79%, sedangkan kadar lemak terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C yaitu sebesar 0,65%. Dari hasil penelitian terlihat kecenderungan semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka kadar lemak yang dihasilkan semakin rendah. Kadar lemak dipengaruhi oleh penggunaan suhu yang berbeda pada saat proses ekstraksi yaitu suhu 45°C, 50°C, 55°C selama 6 jam, sehingga pengikisan lemak pada kulit ikan gabus berbeda.

Faktor lain yang mempengaruhi kadar lemak pada gelatin kulit ikan gabus yaitu proses perendaman NaOH selama 2 jam. Natrium hidroksida mampu mengikis lemak yang masih tersisa pada kulit ikan, ini dikarenakan natrium hidroksida yang dilarutkan dalam air akan memiliki sifat panas sehingga dapat mengikis lemak. Menurut Tazwir

(2009), soda api yang dalam ilmu kimia disebut NaOH (Natrium hidroksida) merupakan sejenis basa logam kuat. Dalam dunia medis, soda api memang dikenal sebagai bahan yang bersifat melarutkan jaringan lemak.

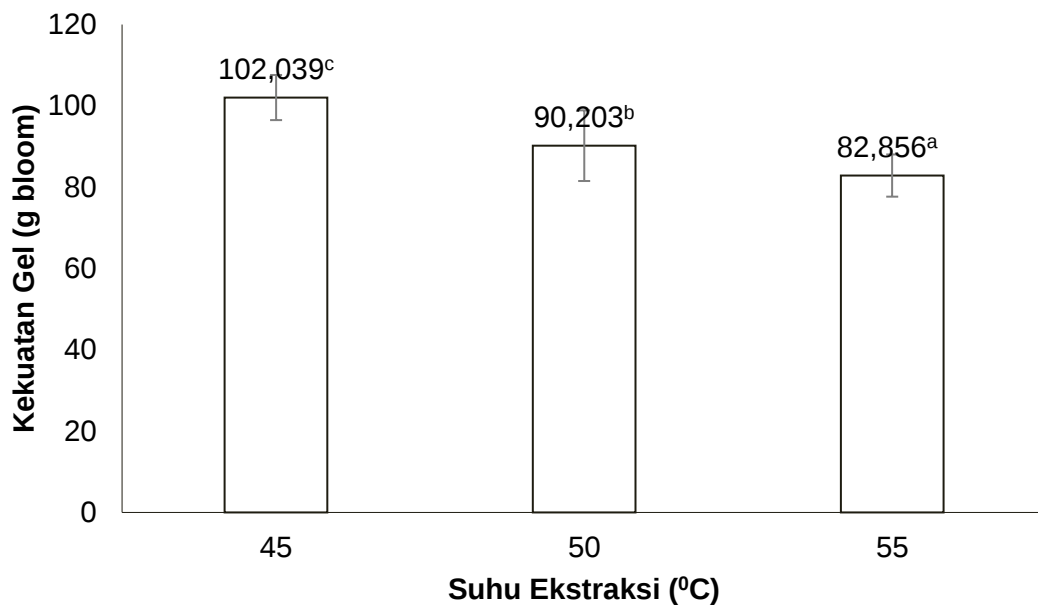
Kadar lemak pada gelatin sangat bergantung pada perlakuan selama proses pembuatan gelatin, baik pada tahap pembersihan kulit maupun proses *degreasing* hingga pada tahap penyaringan filtrat hasil ekstraksi, dimana setiap perlakuan yang baik akan mengurangi kandungan lemak yang ada dalam bahan baku sehingga produk yang dihasilkan memiliki kadar lemak yang rendah (Yenti *et al.*, 2015).

Rendahnya kadar lemak gelatin kulit ikan gabus yang dihasilkan menunjukkan bahwa proses penyaringan yang dilakukan sudah cukup baik untuk memisahkan lemak dari filtrat gelatin. Hal ini terlihat pada saat penyaringan dengan menggunakan kain saring, dimana lemak banyak tertinggal pada kain, sehingga tidak terikut pada saat pengeringan (Rusli, 2004).

4.8 Kekuatan Gel

Kekuatan gel sangat penting dalam penentuan perlakuan yang terbaik dalam proses ekstraksi gelatin, karena salah satu sifat penting gelatin adalah mampu mengubah cairan menjadi padatan atau mengubah bentuk sol menjadi gel yang bersifat *reversible*. Kemampuan inilah yang menyebabkan gelatin sangat luas penggunaannya, baik dalam bidang pangan, farmasi, maupun bidang-bidang lainnya.

Hasil analisis sidik ragam pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda terhadap kekuatan gel pada Lampiran 18 menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Hasil titik gel gelatin kulit ikan gabus yang dibuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik Kekuatan Gel Gelatin Kulit Ikan Gabus

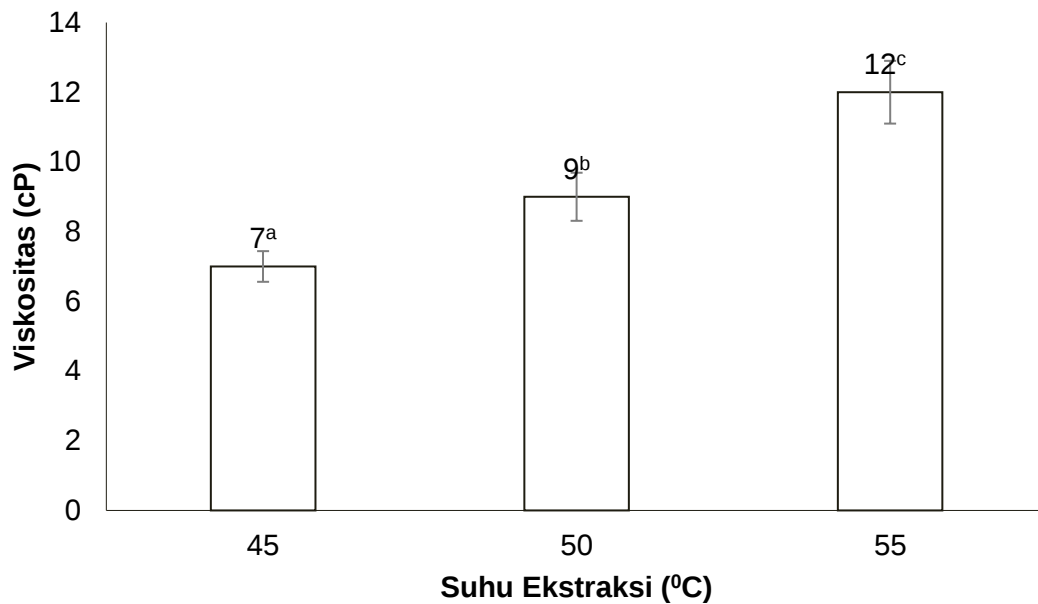
Hasil penelitian diperoleh kekuatan gel gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 82,856 g *bloom* sampai 102,039 g *bloom*. Nilai-nilai tersebut sesuai dengan titik leleh gelatin menurut GMIA (2012), yaitu antara 50-300 g *bloom*. Kekuatan gel terbesar diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 102,039 g *bloom*, sedangkan kekuatan gel terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 55°C yaitu sebesar 82,856 g *bloom*. Dari hasil penelitian terlihat kecenderungan semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka kekuatan gel yang dihasilkan semakin rendah.

Suhu yang semakin tinggi akan mengakibatkan pemutusan rantai asam amino yang semakin banyak. Hal ini disebabkan terjadinya hidrolisis lanjutan pada kolagen yang sudah menjadi gelatin dan menyebabkan pendeknya rantai asam amino sehingga kekuatan gelnya rendah. Rantai asam amino yang pendek menyebabkan interaksi dengan molekul air semakin rendah sehingga tidak mampu untuk membentuk gel (Hafidz, 2011).

Menurut Glicksman (1969) kekuatan gel dipengaruhi oleh asam, alkali dan panas yang akan merusak struktur gelatin sehingga gel tidak terbentuk. Pembentukan dan kekuatan gel yang dihasilkan tergantung pada kandungan rantai α dan distribusi bobot molekul. Penurunan kekuatan gel seiring dengan peningkatan bobot molekul gelatin. Gelatin dengan molekul yang lebih besar mempunyai rantai yang dihubungkan dengan ikatan kovalen. Ikatan kovalen antar rantai mengurangi jumlah ikatan hidrogen (ikatan non-kovalen) sehingga jaringan ikat antar molekul lemah. Secara garis besar proses pembentukan gel terjadi karena adanya ikatan hidrogen (NH-O) antara rantai polimer sehingga membentuk struktur tiga dimensi yang mengandung pelarut pada celah-celahnya.

4.9 Viskositas

Viskositas larutan gelatin terutama tergantung pada tingkat hidrodinamik antara molekul-molekul gelatin itu sendiri. Disamping itu juga, viskositas tergantung pada temperatur (di atas 40°C viskositas menurun secara eksponensial dengan naiknya suhu), pH (viskositas terendah pada titik isoelektrik) dan konsentrasi dari larutan gelatin (Ward dan Courts, 1977). Hasil analisis sidik ragam pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda terhadap viskositas pada Lampiran 19 menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Hasil viskositas gelatin kulit ikan gabus yang dibuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik Viskositas Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh viskositas gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 7 cP sampai 12 cP. Nilai ini menunjukkan bahwa hanya satu perlakuan saja yaitu 45°C yang sesuai sesuai dengan viskositas gelatin menurut GMIA (2012), yaitu antara 1,5 – 7,5 cP. Viskositas tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 55°C yaitu sebesar 12 cP, sedangkan viskositas terendah dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 7 cP.

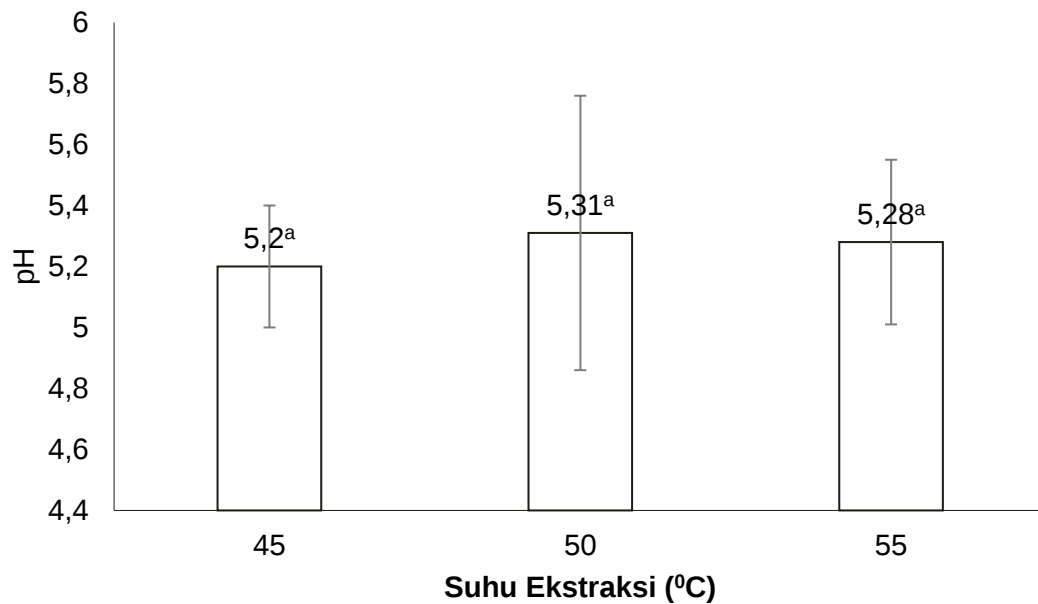
Viskositas gelatin dipengaruhi oleh kadar air. Hal ini diperkuat dengan pendapat dari Kurniadi (2009), nilai viskositas atau kekentalan larutan gelatin sangat erat kaitannya dengan kadar air gelatin kering. Semakin kecil kadar air gelatin kering maka kemampuannya untuk mengikat air (untuk membentuk gel) akan semakin tinggi. Semakin banyak jumlah air yang terikat oleh gelatin maka larutan akan menjadi semakin kental, yang secara langsung berpengaruh pada semakin tingginya nilai viskositas yang diukur.

Menurut Glicksman (1969), residu mineral yang tertinggal dalam gelatin dapat mempengaruhi karakteristik gelatin tersebut. *Aldehyde* yang mempertahankan ikatan silang (*cross-ling*) dalam molekul gelatin akan membentuk *polyaldehyde* dengan residu mineral tersebut, sehingga menurunkan kelarutan dalam air dan meningkatkan viskositasnya. Viskositas juga dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain konsentration, suhu, tingkat dispersi dan teknik perlakuan. Viskositas larutan gelatin akan meningkat dengan peningkatan konsentration gelatin.

4.10 pH

Nilai pH gelatin atau derajat keasaman gelatin merupakan salah satu parameter penting dalam standar mutu gelatin. Pengukuran nilai pH larutan gelatin penting dilakukan karena pH larutan gelatin mempengaruhi sifat-sifat yang lainnya seperti viskositas dan kekuatan gel, serta akan berpengaruh juga pada aplikasi gelatin dalam produk. Gelatin dengan pH netral akan bersifat stabil dan penggunaannya akan menjadi lebih luas (Astawan, 2002).

Hasil analisis sidik ragam pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda terhadap pH pada Lampiran 20 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hasil pH gelatin kulit ikan gabus yang dibuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik pH Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh pH gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 5,2 sampai 5,31. Nilai-nilai tersebut sesuai dengan persyaratan pH gelatin menurut GMIA (2007), yaitu antara 3,8-5,5. Nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C yaitu sebesar 5,31, sedangkan nilai pH terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 5,2. Pengamatan nilai pH gelatin yang efektif pada suhu ekstraksi 50°C, karena pada suhu ekstraksi 55°C terjadi penurunan. Hal ini disebabkan oleh adanya asam yang masih terperangkap pada saat proses perendaman dengan larutan asam asetat. Larutan perendam yang terperangkap ini sulit untuk dicuci atau dihilangkan secara sempurna sehingga mempengaruhi pH akhir produk.

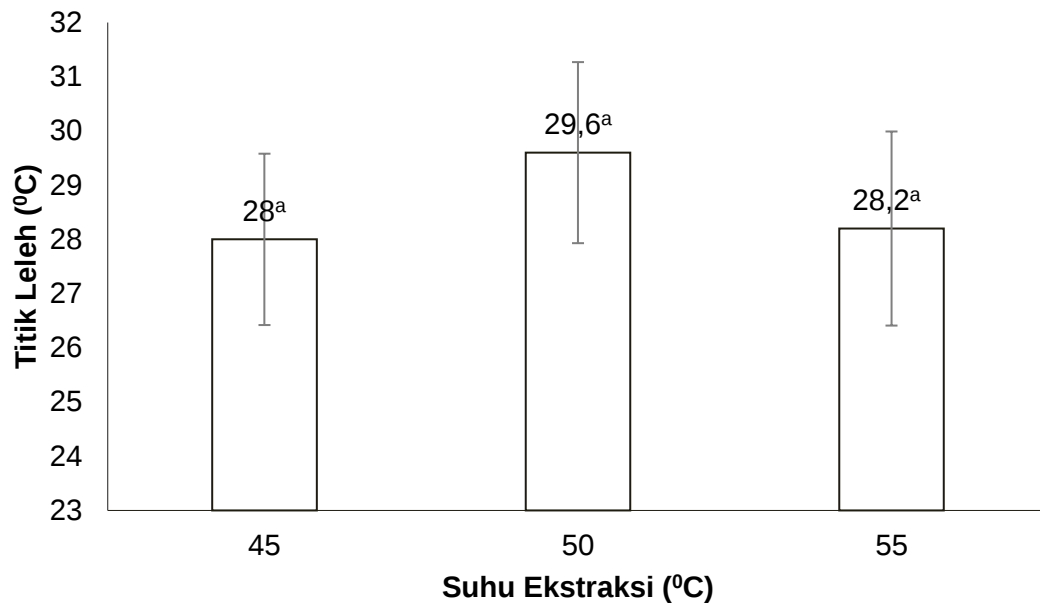
Menurut Ockerman dan Hansen (2000), saat dilakukan perendaman (*curing*), serabut kolagen kulit mengalami proses pembengkakan (*swelling*), sehingga terjadi penurunan kohesi internal dari serabut kulit tersebut. Saat terjadi pembengkakan,

struktur ikatan asam amino pada molekul kolagen mengalami pembukaan dan bahan *curing* terperangkap dalam struktur ikatan tersebut dan tidak larut saat proses netralisasi.

Nilai pH gelatin berhubungan dengan proses atau perlakuan yang digunakan untuk membuatnya. Proses asam cenderung menghasilkan pH yang rendah. Gelatin dengan pH netral cenderung lebih disukai, sehingga proses penetralan memiliki peran yang penting untuk menetralkan sisa-sisa asam setelah perendaman (Hinterwaldner, 1977).

4.11 Titik Leleh

Titik leleh adalah suhu ketika gelatin yang membentuk gel mencair saat dipanaskan perlahan-lahan (Baker *et al.*, 1994). Menurut Karim dan Bhat (2009), gelatin sebagai gel *thermoreversible* akan mencair ketika peningkatan suhu mencapai titik tertentu yang disebut dengan titik leleh (*melting point*). Hasil analisis sidik ragam pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda terhadap titik leleh pada Lampiran 21 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hasil titik leleh gelatin kulit ikan gabus yang dibuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Grafik Titik Leleh Gelatin Kulit Ikan Gabus

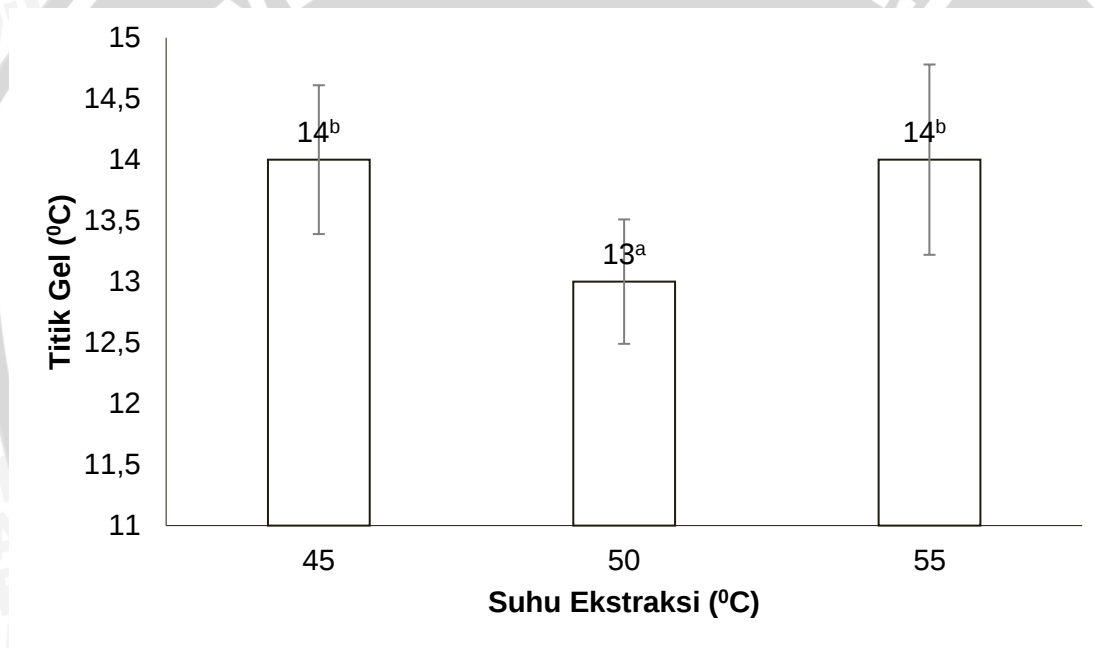
Hasil penelitian diperoleh titik leleh gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 28°C sampai $29,6^{\circ}\text{C}$. Nilai-nilai tersebut sesuai dengan titik leleh gelatin menurut Shelby (1955), yaitu antara $24-33^{\circ}\text{C}$. Sebagaimana menurut Food Chemical Codex (1996) bahwa produk gelatin adalah produk yang pada suhu $< 35^{\circ}\text{C}$ sudah mengalami pelelehan dan dapat mencair dalam mulut. Titik leleh tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C yaitu sebesar 29°C , sedangkan titik leleh terendah dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 28°C .

Karim dan Bhat (2009) menyatakan bahwa titik leleh untuk gelatin yang berbahan baku dari ikan memiliki kisaran $11^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$. Sedangkan kisaran nilai titik leleh untuk gelatin dari sapi dan babi secara berturut-turut yaitu $20^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ dan $28^{\circ}\text{C} - 31^{\circ}\text{C}$. Faktor yang mempengaruhi titik leleh menurut Astawan dan Tita (2003) adalah keadaan awal pembentukan gel. Apabila gel terbentuk dengan cepat, maka gel yang dihasilkan kurang stabil dan lebih cepat meleleh. Selain itu gelatin yang mengalami

pengeringan dengan suhu lebih tinggi umumnya menunjukkan titik leleh yang lebih tinggi pula.

4.12 Titik Gel

Titik gel adalah suhu dimana larutan gelatin dalam konsentrasi tertentu mulai membentuk gel (Baker, 1994). Hasil analisis sidik ragam pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda terhadap titik gel pada Lampiran 22 menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Hasil titik gel gelatin kulit ikan gabus yang dibuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Grafik Titik Gel Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh titik gel gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 13°C sampai 14°C. Titik gel tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C dan 55°C yaitu sebesar 14°C, sedangkan titik gel terendah dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C yaitu sebesar 13°C. Berdasarkan hasil pengujian Nurilmala (2004), suhu tersebut lebih rendah dari titik gel gelatin komersial yaitu 19,50°C, tetapi lebih

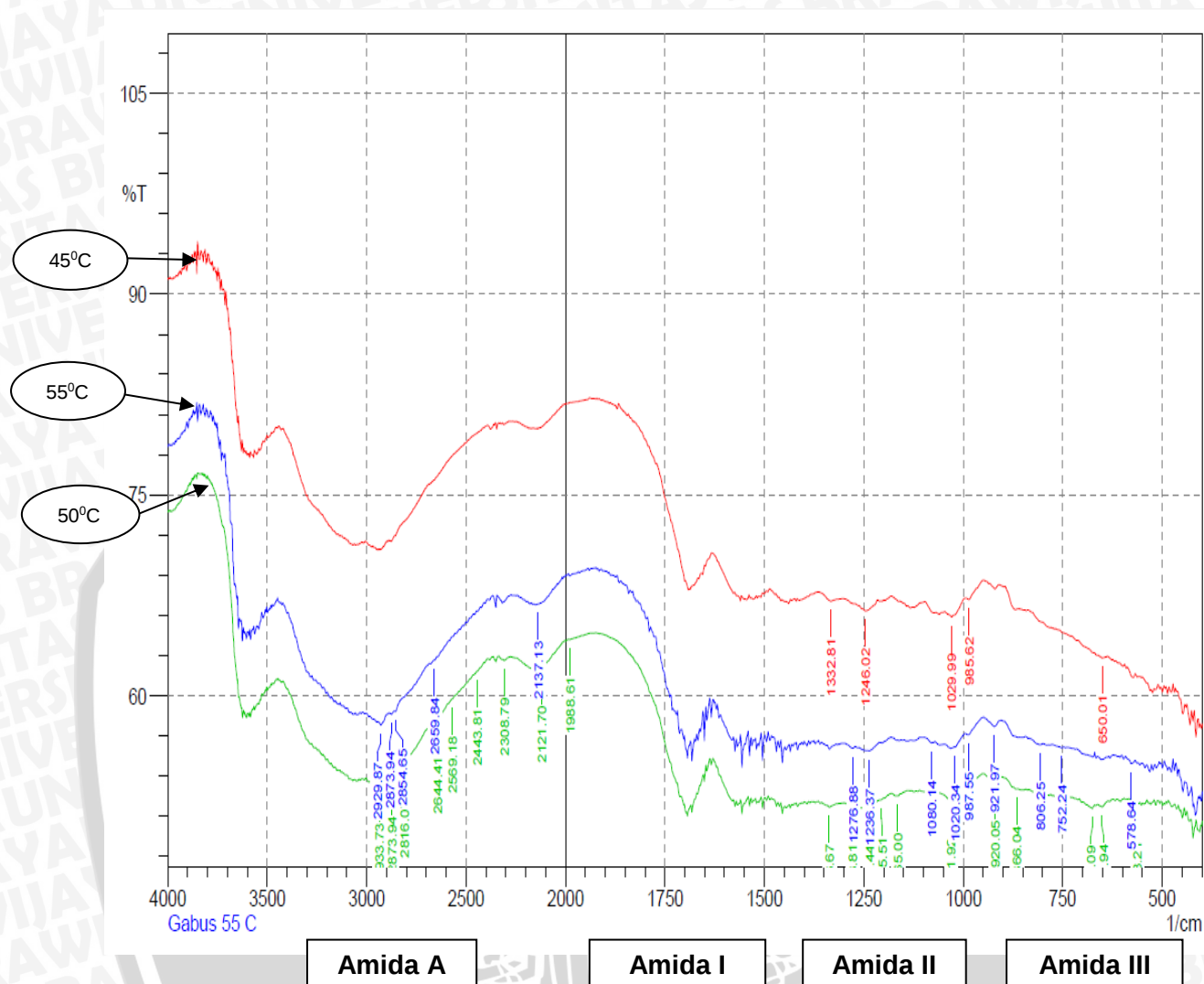
tinggi dari titik gel gelatin standar laboratorium yaitu 1,30°C berdasarkan hasil pengujian.

Salah satu faktor yang mempengaruhi titik gel gelatin adalah kadar protein. Kadar protein pada gelatin menentukan jumlah kandungan asam amino hidroksiprolin dalam gelatin. Berdasarkan Amiruldin (2007) yang melakukan penelitian pada asam amino gelatin tulang ikan tuna bahwa titik gel dipengaruhi oleh jumlah asam amino hidroksiprolin, titik gel akan lebih rendah jika jumlah asam amino hidroksiprolin sedikit dan rendahnya hidroksiprolin membuat ikatan hidrogen dalam gelatin sedikit. Jumlah hidroksiprolin yang terdapat dalam gelatin berbanding lurus dengan banyaknya ikatan hidrogen yang kemungkinan bisa terbentuk ketika gelatin terdispersi dalam air (Fatimah, 2008).

Gelatin yang padat (sol) akan mengembang ketika didispersikan ke dalam air. Pada saat didispersikan dalam air, maka daya tarik menarik antara molekul gelatin lemah sehingga bentuk sol tersebut menjadi cairan (larutan gelatin) dan membentuk sistem koloid. Jika suhu diturunkan (didinginkan) molekul-molekul gelatin hasil hidrolisis akan menggulung satu sama lain dan terjadi ikatan sambung-silang satu sama lain sehingga akan membentuk struktur yang kompak (semi-padat) dan merupakan saat dimana gel mulai terbentuk (Wiratmaja, 2006).

4.13 Analisis FTIR

Analisis FTIR digunakan untuk analisis gugus fungsi penyusun struktur gelatin kulit ikan gabus. Untuk membuktikan bahwa hasil penelitian ini adalah gelatin, maka dilakukan karakterisasi serapan gugus fungsi khas gelatin dengan FTIR. Setiap gugus fungsi dalam molekul dapat diidentifikasi melalui adanya pita serapan dalam range tertentu pada spektrum inframerah. Hasil spektra gelatin kulit ikan gabus dengan suhu ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Spektra FTIR Gelatin Kulit Ikan Gabus

Kurva di atas dibagi menjadi 4 bagian, yaitu daerah serapan Amida A, Amida I, Amida II, dan Amida III yang merupakan daerah serapan gugus fungsi khas gelatin. Menurut Muyonga *et al.* (2004), daerah serapan Amida A sekitar 3648-2355 cm^{-1} . Pada kurva terlihat bahwa suhu 50°C menunjukkan serapan pada 2933,73 cm^{-1} , 2873,94 cm^{-1} , 2816,07 cm^{-1} , 2644,41 cm^{-1} , 2569,18 cm^{-1} , 2443,81 cm^{-1} , sedangkan pada suhu dan 55°C menunjukkan serapan pada 2929,87 cm^{-1} , 2873,94 cm^{-1} , 2854,65 cm^{-1} , 2659,84 cm^{-1} . Pada gugus gelatin selanjutnya adalah daerah serapan Amida I

dengan daerah serapan pada frekuensi antara $1700\text{-}1600\text{ cm}^{-1}$ adalah yang paling berguna untuk analisis spektroskopi inframerah dari struktur sekunder protein yang disebut sebagai kurva serapan Amida I (Surewicz & Mantsch, 1988). Namun pada hasil analisis kurva FTIR gelatin kulit ikan gabus dengan suhu ekstraksi 45°C , 50°C , dan 55°C tidak terdeteksi frekuensi pada daerah serapan tersebut. Daerah serapan $1660\text{-}1650\text{ cm}^{-1}$ dikenal sebagai daerah serapan untuk struktur rantai α -helik. Maka dengan ini dapat disimpulkan bahwa gelatin yang diekstrak menggunakan suhu 45°C , 50°C , dan 55°C tidak memiliki daerah serapan Amida I atau dengan kata lain tidak mengandung rantai α -helik yang mana rantai ini merupakan struktur gelatin.

Daerah serapan Amida II adalah daerah yang memiliki puncak serapan pada $1560\text{-}1335\text{ cm}^{-1}$ (Muyonga *et.al.*, 2004). Vibrasi Amida II disebabkan oleh deformasi ikatan N-H dalam protein. Daerah serapan ini berkaitan dengan deformasi tropokolagen menjadi rantai α . Namun pada hasil analisis kurva FTIR gelatin kulit ikan gabus dengan suhu ekstraksi 50°C saja yang menunjukkan serapan pada $1336,67\text{ cm}^{-1}$, sedangkan pada suhu 45°C dan 55°C tidak terdeteksi frekuensi pada puncak serapan di daerah Amida II.

Daerah serapan spesifik dari gelatin yang terakhir adalah Amida III. Puncak serapannya adalah $1240\text{-}670\text{ cm}^{-1}$ dan berhubungan dengan struktur *triple-helix* (kolagen) (Hashim *et al.*, 2009). Pada kurva terlihat bahwa gelatin yang diekstraksi dengan suhu 45°C , 50°C , dan 55°C masih mengandung struktur *triple-helix*. Hal ini ditunjukkan oleh puncak serapan $1029,99\text{-}985,62\text{ cm}^{-1}$ pada suhu 45°C , $1234,44\text{-}675,09\text{ cm}^{-1}$ pada suhu 50°C , dan $1236,37\text{-}752,24\text{ cm}^{-1}$ pada suhu 55°C . Hal ini menunjukkan bahwa ada bagian struktur kolagen yang masih belum terkonversi menjadi gelatin dan lolos saat dilakukan penyaringan ekstrak gelatin.

Pada analisis FTIR terdapat istilah *stretching* dan *bending*. *Stretching* merupakan vibrasi yang menandakan regangan dalam ikatan sehingga terjadi perubahan jarak dan akan bergerak terus seiring dengan suhu tinggi, biasanya ditemukan pada spektrum IR ($4000-1200\text{ cm}^{-1}$). Sedangkan *bending* merupakan vibrasi yang mengakibatkan perubahan sudut ikatan yang terjadi antara 2 ikatan, biasanya ditemukan pada spektrum IR ($1200-600\text{ cm}^{-1}$) (Hoffman, 2004).

Keseluruhan dari kurva spektra FTIR untuk gelatin kulit ikan gabus yang diekstraksi dengan suhu 45°C , 50°C , dan 55°C memiliki intensitas dari Amida A sampai Amida III yang semakin besar. Puncak-puncak pada Amida III masih jelas terlihat, hal ini berarti kolagen belum sepenuhnya berhasil didenaturasi menjadi gelatin dengan perlakuan suhu 45°C , 50°C , dan 55°C . Berdasarkan hasil analisis FTIR, gelatin kulit ikan gabus yang diekstraksi dengan suhu 50°C dan 55°C adalah yang paling menonjol serapan gugus fungsi khas gelatinnya. Posisi puncak dan gugus fungsi spektra FTIR gelatin kulit ikan gabus dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Posisi Puncak dan Gugus Fungsi Spektra FTIR Gelatin Kulit Ikan Gabus

Daerah serapan	Puncak Serapan (cm ⁻¹)				Gugus Dugaan**
	45°C	50°C	55°C	Referensi**	
Amida A (3648-2355cm ⁻¹)*	-	2933,73 2873,94 2816,07 2644,41 2569,18 2443,81	2929,87 2873,94 2854,65 2659,84	3000-2850 2900-2700 2900-2700 3400-2400 3400-2400 3400-2400	C-H (Alkana) C-H (Aldehida) C-H (Aldehida) O-H (As. Karboksilat) O-H (As. Karboksilat) O-H (As. Karboksilat)
Amida I (1700-1600cm ⁻¹)*	-	-	-	-	-
Amida II (1560-1335cm ⁻¹)*	-	1336,67	-	1350-1000	C-N (Amin)
Amida III (1240-670cm ⁻¹)*	1029,99 985,62	1234,44	1236,37	1300-1000	C-O (As. Karboksilat)
		1205,51		1300-1000	C-O (As. Karboksilat)
		1165		1300-1000	C-O (As. Karboksilat)
			1080,14	1300-1000	C-O (As. Karboksilat)
		1031,92	1020,34	1300-1000	C-O (As. Karboksilat)
			987,55	1000-650	=CH (Alkena)
		920,05	921,97	1000-650	=CH (Alkena)
		866,04	806,25	900-690	=CH (Aromatis)
		675,09	752,24	900-690	=CH (Aromatis)

Sumber: * Muyonga *et al.* (2004), Hashim *et al.* (2009); ** Harmita (2014)

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai karakteristik sifat fisika-kimia gelatin dari kulit ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) diperoleh kesimpulan bahwa perlakuan suhu ekstraksi yang berbeda (45°C, 50°C, 55°C) berpengaruh terhadap rendemen, kadar air, kadar abu, kadar lemak, kekuatan gel, viskositas, titik gel, dan gugus serapan pada FTIR.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan ekstraksi dengan suhu yang lebih tinggi agar semua gugus fungsi muncul saat uji FTIR dan mendapatkan gelatin yang murni. Ditambahkan uji lanjut seperti uji asam amino, uji *foam ability*, uji mikrobiologi, dan uji daya simpan dari gelatin untuk memenuhi standar nasional kebutuhan konsumsi gelatin. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap aplikasi gelatin kulit ikan gabus terhadap produk pangan dan farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Agricultural Chemist. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Inc. Washington, DC.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1995. SNI 06-3735-1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Abustam, E. dan M.I. Said. 2004. Produksi gelatin dari kulit kaki ayam. Pros. Seminar Nasional Industri Peternakan Modern, Makassar 21–22 Juni 2004. hal. 125 – 136.
- Amiruldin, M. 2007. Pembuatan Gelatin Dan Analisis Karakteristik Gelatin Dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus albacares*). Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Apriyanto, A. 1989. Analisis Pangan. Bogor: IPB press.
- Arikunto, S. 2006. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: Rineka Cipta.
- Asmawi, S. 1986. Pemeliharaan Ikan Dalam Karamba. Jakarta: PT. Gramedia. Hal: 56.
- Astawan, M., Aviana T. 2003. Pengaruh jenis larutan perendaman serta metode pengeringan terhadap sifat fisik, kimia, dan fungsional gelatin dari kulit cucut. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol 14 (1):7-12.
- Atmoko, I.D dan Pangestuti, R.D. (2011). Produksi Gelatin dari Tulang Sapi dengan Proses Hidrolisa. Makalah Penelitian. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Azwar, S. 2007. Metode Peneletian. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Baker, R.C., Hahn PW, Robbins KR. 1994. Fundamentals of New Food Product Development. New York: Ersevier Science B.V.
- British Standard 757. 1975. Sampling and Testing of Gelatin.
- Buckheim, J. 2013. A Quick Course in Ichtyologi. <http://www.marinebiology.org/fish.htm>. Diakses pada tanggal 25 Agustus 2016.
- Buckle, K. A., R. A. Edward, G. H. Fleet, dan M. Wootton. 1988. Ilmu Pangan. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Damodaran, S. dan Paraf, A. 1997. Food Proteins and Their Applications. Marcel Dekker Inc. New York.
- DeMan, J.M. 1989. Kimia Makanan. Edisi Kedua. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

- Ernawati. 2012. Efek Antioksidan Asap Cair Terhadap Sifat Fisiko Kimia Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) Asap Selama Penyimpanan. Jurnal Teknologi Pangan Vol. 4, No. 1, 121-138.
- Fataruba, H. 2010. Mengenal Metode Penelitian Eksperimen. <http://talibupomai.blogspot.com/2010/11/metode-penelitian-eksperimen.html>. Diakses pada tanggal 17 September 2016.
- Fatimah, D. 2008, Efektivitas Penggunaan Asam Sitrat Dalam Pembuatan Gelatin Tulang Ikan Bandeng (*Chanos-Chanos Forskal*) (Kajian Variasi Konsentrasi Dan Lama Perendaman). [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Malang, Malang.
- Fennema. 1996. Food Chemistry 3th Edition. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Food Chemical Codex. 1996. Comitte and Codex Specification. Washington: National Academy Press.
- [GMAP] Gelatin Manufactures Association of Asia Pacific. 2007. How is Gelatin Made. <http://www.gmap-gelatin.com/howmade.html>. Diakses pada tanggal 18 September 2016.
- [GMIA] Gelatin Manufactures Institute of America. 2012. Gelatin Handbook. Gelatin Manufactures Institute of America. http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA_Gelatin_Manual_2012.pdf. Diakses 18 September 2016.
- Glicksman, M. 1969. Gum Technology in Food Industry. Academic Press, New York.
- Gomez, G. M. C dan Montero. P. 2001. Extraction of gelatin from megrim (*Lepidorhombus boschii*) skins with several organic acids. J. Food Sci. 66 (2): 213-216.
- Gross. 1961.
- Grossman, S., dan Bergman, M. 1991. Process for The Production of Gelatin from Fish Skins. European Paten Aplication 0436266 A1.
- Hadiwiyoto, S. 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Jilid 1. Yogyakarta: Liberty.
- Hafidz. 2011. Pembuatan Gelatin Halal Dari Tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos Forskal*) (Sebagai Alternatif Pembuatan Gelatin Halal). Laporan Penelitian. LEMLIT UIN. Malang.
- Harmita. 2014. Analisis Fisikokimia: Potensiometri & Spektroskopi Vol 1. Jakarta: EGC.
- Hashim, D.M., Che-Man, Y.B., Norakasha, R., Shuhaimi, M., Salmah, Y., dan Syaharia, Z., A. 2009. Potential Use of Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy for Differentiation of Bovine and Porcine Gelatins. Food Chemistry. 118, pp. 856-860.
- Hermanianto, J. 2004. Gelatin: Keajaiban dan resiko kehalalannya. <http://www.pks-anz.org>. Diakses pada tanggal 24 Agustus 2016.

- Hinterwaldner, R. 1977. Raw material. The Science and Technology of Gelatin. New York: Academic Press.
- Imeson. 1992. Thickening and Gelling Agents for Food. Academic Press, New York.
- Junianto, Kiki, H., dan Ine, M. 2006. Karakteristik Cangkang Kapsul yang Terbuat dari Gelatin Tulang Ikan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Karim, A.A. dan Bhat, R. 2009. Fish Gelatin: Properties, Challenges, and Prospects as an Alternative to Mammalian Gelatins. The Journal of Food Hydrocolloid 23:563-576.
- Kasankala, L. M., Y. Xue, Y. Weilong, S. D. Hong, and Q. He. 2007. Optimization of Gelatine Extraction from Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) Fish Skin by Response Surface Methodology. Biores. Tech., 98: 3338-3343.
- Kemp, W. 1987. Organic Spectroscopy. 2nd ed., MacMillan Education, Hampshire. p. 154.
- Kinsella. 1982. Sifat fungsional protein. dalam: Padmawinata K, penerjemah; deMan JM, editor. Kimia Makanan. Edisi kedua. Bandung: ITB. Terjemahan dari: Principle of Food Chemistry.
- Koli, J.M, Subrata B., Binay B.N., Surendra B.P., Ashif U. P. 2012. Functional Characteristics of Gelatin Extracted from Skin and Bone of Tiger-Toothed Croaker (*Otolithes ruber*) and Pink Perch (*Nemipterus japonicus*). Food and Bioproducts processing 90 (2012) 555–562.
- Kristianingrum, S. 2014. Spektroskopi Ultra Violet dan SinarTampak (Spektroskopi UV–VIS). Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kurniadi, H. 2009. Kualitas Gelatin Tipe A dengan Bahan Baku Tulang Paha Ayam Broiler pada Lama Ekstraksi yang Berbeda. [Skripsi]. Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Lagler, K.F., Bardach JE, Miller RR, Passino DRM. 1977. Ichthyology 2nd ed. John Wiley and Sons, New York.
- Lehninger, A. L. 1982. Dasar-dasar Biokimia, Jilid I. Terjemahan *Principle of Biochemistry*, oleh Maggy Thenawijaya. Jakarta: Erlangga.
- Liu, H.Y., Li, D., and Guo, S.H. 2007. Studies on Collagen from the Skin of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). Food Chemistry. (101): 621–625.
- Martianingsih N dan Atmaja L. 2009. Analisis Sifat Kimia, Fisik, dan Termal Gelatin Dari Ekstraksi Kulit Ikan Pari (*Himantura gerrardi*) melalui Variasi Jenis Larutan Asam. Prosiding KIMIA FMIPA – ITS.
- Miwada, IN. Sumerta dan IN. Simpen. 2007. Optimalisasi Potensi Ceker Ayam (*Shank*) Hasil Limbah RPH melalui Metode Ekstraksi Termomodifikasi untuk

Menghasilkan Gelatin. Jurusan Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Denpasar Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Denpasar.

Mulyadi, A. F., E. Mas'ud dan M. M. Jaya. 2011. Modul Teknologi Pengolahan Ikan Gabus. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

Mustar. 2013. Studi Pembuatan Abon Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) sebagai Makanan Suplemen. Jurusan Teknologi Pertanian. Unhas: Makassar. Hal: 1-98.

Muyonga, J.H., C.G.B. Cole dan K.G. Duodu. 2004. Extraction and Physico-Chemical Characterisation of Nile Perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. J. Food Hydrocolloids. 18: 581-592.

_____. 2004. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopic Study of Acid Soluble Collagen and Gelatin from Skins and Bones of Young and Adult Nile Perch (*Lates niloticus*). Food Chemistry, 86, 325-332.

Norland Product. 2003. Fish Gelatin. <https://www.norlandprod.com/techrpts/fishgelrpt.html>. Diakses pada tanggal 11 September 2016.

Nurilmala, M. 2004. Kajian Potensi Limbah Tulang Ikan Keras (*Teleostei*) sebagai Sumber Gelatin dan Analisis Karakteristiknya. [Tesis]. IPB, Bogor.

Nurilmala, M., M. Wahyunil dan H. Wiratmaja. 2006. Perbaikan Nilai Tambah Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus* Sp) Menjadi Gelatin Serta Analisis Fisika-Kimia. Buletin Teknologi Hasil Perikanan Vol IX Nomor 2 Tahun 2006.

Ockerman, H.W dan Hansen, C.L. 2000. Animal by Product Processing and Utilization. CRC Press, USA.

Pelu, H., S. Herawati, E. Chasanah, 1998, Ekstraksi Gelatin dari Kulit Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) melalui Proses Asam. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Vol. IV No.2, BPTP, Jakarta.

Poppe, J. 1992. Gelatin. In: Imeson A (Ed). Thickening and Gelling Agents for Food. Blackie Academic and Profesional, London. P 123.

Putra, R. M. 2009. Pola Lingkaran Pertumbuhan Otolith Ikan Gabus (*Channa striata*) di Perairan Sungai Siak Provinsi Riau. Jurnal Berkala Perikanan Terubuk Vol. 37, No. 2, 1 – 11.

Ratnasari, I., Sudarminto S.Y., Nussyam H., Simon B.W. 2014. Extraction Process Modification to Enhance Properties of Skin Gelatin of Pangas Catfish (*Pangasius pangasius*). Food and Public Health 2014, 4(3): 140-150.

Rodwell, V. W. 1995. Metabolisme Nukleotida Purin dan Pirimidin, dalam Murray. R. K., Graner. D. K., Mayer P. A., dan Rodwell V. W. Biokimia Harper. Jakarta: Kedokteran EGC. Hal: 387-389.

- Rusli A. 2004. Kajian Proses Ekstraksi Gelatin Dari Kulit Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) segar [tesis]. Bogor: Sekolah Pasca sarjana. IPB.
- Sae-law, T. dan Soottawat B. 2015. Physico-Chemical Properties and Fishy Odour of Gelatine from Seabass (*Lates calcarifer*) Skin Stored in Ice. Food Bioscience IO: 59-68.
- Sai, K.P. dan Babu M. 2001. Studies on Rana tigerina skin collagen. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology 128(1):81-90.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Malang: Kanisius.
- Setiawati. 2009. Analisis Sifat Fisik, Kimia Dan Fungsional Gelatin Yang Diekstrak Dari Kulit Dan Tulang Pari. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Shelby, J.W. 1955. Brit. Fd. Mfg. Inds. Res. Ass. Res. Reports, No. 65.
- Sobral, P. J., dan Habitante, A. M. Q. B. 2001. Phase transition of pigskin Gelatin. Food Hydrocolloids, 15: 377-382.
- Sompie, M., Arie, D.M., Linda, C.H.M. 2015. Pengaruh Perbedaan Suhu Ekstraksi terhadap Karakteristik Gelatin Kulit Kaki Ayam. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon Vol. 1, No. 4, 792-795.
- Stainsby, G. 1977. The Gelatin Gel and The Sol-Gel Transformation. New York: Academic Press.
- Suprayitno, E. 2003. Albumin Ikan Gabus sebagai Makanan Fungsional Mengatasi Masalah Gizi Masa Depan. Pidato Pengukuhan Guru Besar Universitas Brawijaya, Malang. Hal: 1.
- Surakhmad, W. 1994. Pengantar Penelitian Ilmiah Dasar Metode Tekhnik. Bandung: Tarsito.
- Surewicz, W. K., & Mantsch, H. H. 1988. New Insight Into Protein Secondary Structure from Resolution Enhanced Infrared Spectra. Biochimica et Bio- physica Acta (BBA) - Protein Structure and Molecular Enzymology, 952, 115–130.
- Surono., Djazuli, N., Budiyanto, D., Widarto., Ratnawati., Aji, U.S., Suyuni, A.M., Sugiran. 1994. Penerapan Paket Teknologi Pengolahan Gelatin dari Ikan Cucut. Laporan BBMHP. Jakarta.
- Suryani, N., F. Sulistiawati dan A. Fajriani. 2009. Kekuatan Gel Gelatin Tipe B dalam Formulasi Granul terhadap Kemampuan Mukoadhesif. Makara, Jurnal Kesehatan, Vol. 13, 1-4.
- Suryaningrum T.D. dan Utomo B.S.D. 2002. Petunjuk Analisa Rmpu Laut dan Hasil Olahannya. Jakarta: Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Perikanan dan kelautan.

- Suwandi, R., Nurjanah., dan Margaretha, W. 2014. Proporsi Bagian Tubuh dan Kadar Proksimat Ikan Gabus pada Berbagai Ukuran. THP. Institut Pertanian Bogor, Bogor. Hal: 24.
- Suzuki, T.1981. Fish and Krill Protein: Processing Technology London. Applied Science Publisher. Ltd. P 260.
- Tazwir, Diah L.A., Rosmawaty P. 2009. Optimasi Pembuatan Gelatin Dari Tulang Ikan Kaci-Kaci (*Plectorhynchus chaetodonoides* Lac.) Menggunakan Berbagai Konsentrasi Asam Dan Waktu Ekstraksi. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Vol.2, No. 1.
- Tourtellote, P. 1980. Gelatin. Encyclopedia of Science and Technology. Mc. Graw Hill Book Co, New York.
- Utomo, D., R. Wahyuni dan R. Wiyono. 2011. Pemanfaatan Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) Menjadi Bakso dalam Rangka Perbaikan Gizi Masyarakat dan Upaya Meningkatkan Nilai Ekonomisnya. Jurnal Teknologi Pangan Vol. 1, No. 1, 38 – 55.
- Viro, F. 1992. Gelatine, dalam Hui, Y. H. (Ed.). Encyclopedia of Food Science and Technology. Vol. 2. Toronto: John Willey and Sons Inc.
- Wahyuni, M dan Peranginangin, R. 2007. Perbaikan Daya Saing Industri Pengolahan Perikanan melalui Pemanfaatan Limbah Non Ekonomis Ikan menjadi Gelatin. *Artikel*. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Ward, A.G. dan Courts, A. 1977. The Science and Technology of Gelatin. New York: Academic Press.
- Wijaya, I. M. 1998. The Effect of Protein Concentration and pH on The Bloom Strength of Gelatin. Gitayana. Majalah Ilmiah Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Winarno, F.G. 1998. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: Penerbit Gramedia.
- Wiratmaja, H. 2006. Perbaikan Nilai Tambah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus* sp) Menjadi Gelatin Serta Analisis Fisika-Kimia. [Skripsi]. Prodi Teknologi Hasil Perikanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wong, D.W.S. 1989. Mechanism and Theory in Food Chemistry. An AVI Book, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Wulandari, Supriadi A., dan Budi P. 2013. Pengaruh *Defatting* dan Suhu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Fisik Gelatin Tulang Ikan Gabus (*Channa striata*). Jurnal Teknologi Perikanan Vol. II No. 01. Universitas Sriwijaya.
- Yenti, R., Afianti R., Monica H. 2014. Pengamatan Serabut Kolagen pada Proses Penyembuhan Luka dalam Sediaan Krim Ekstrak Etanol Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.). Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia Yayasan Perintis Padang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Gabus

Gambar	Keterangan
	Kulit Ikan Gabus di-thawing
	Ukuran kulit diperkecil
	Kulit ditimbang sebanyak 400 gram (@ 100 gram per 1 beaker glass 1000ml)

	Kulit direndam dengan NaOH 600 ml per 1 beaker glass selama 2 jam
	Larutan NaOH diganti setiap 1 jam sekali
	Kulit dicuci dengan air kran hingga pH netral
	Kulit diukur pHnya menggunakan pH meter

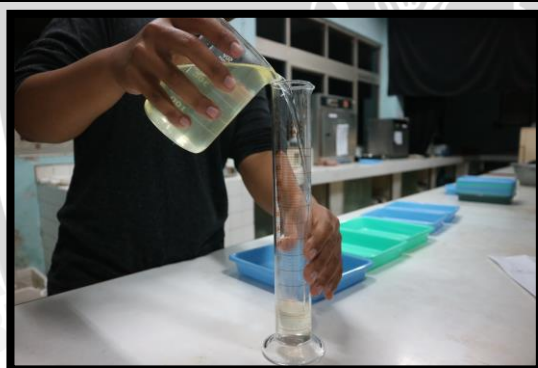
	Kulit diaduk dengan larutan Asam Asetat 0,05 M 600 ml per 1 beaker glass
	Kulit dicuci dengan air kran hingga pH netral
	Kulit ditambahkan aquadest 600 ml per 1 beaker glass
	Kulit dimasukkan kedalam <i>waterbath</i> selama 6 jam dengan suhu 45°C, 50°C, 55°C



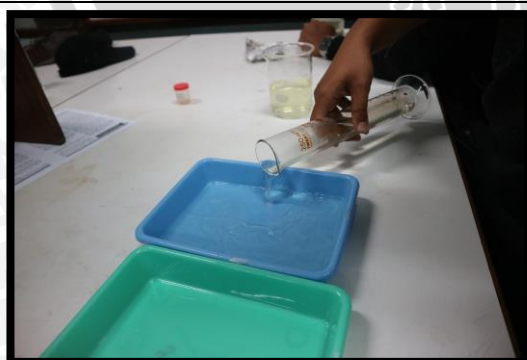
Kulit setelah diekstraksi menggunakan *waterbath*



Larutan gelatin disaring menggunakan kain blanchu



Larutan Gelatin



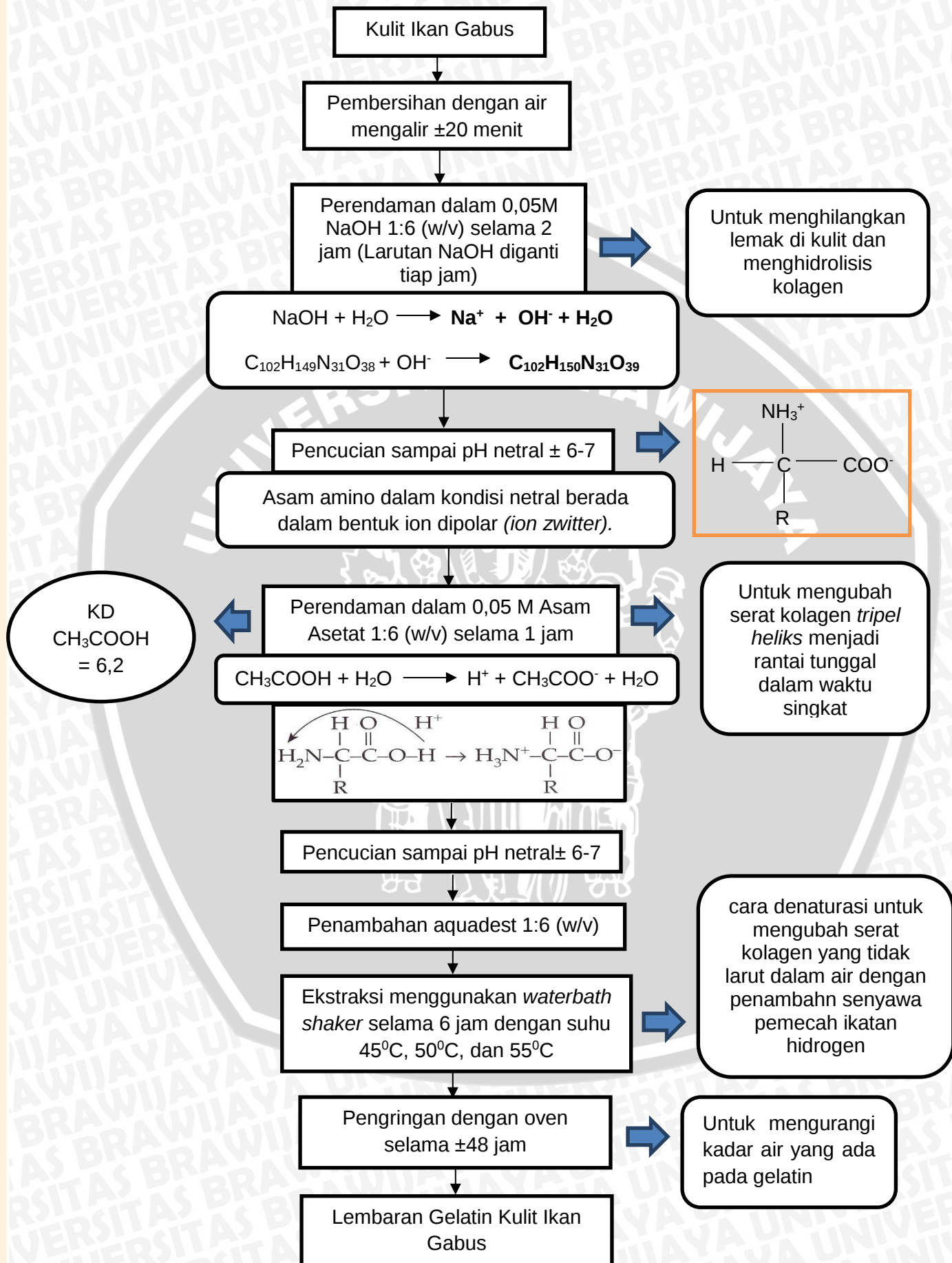
Larutan gelatin dicetak di loyang plastik



Gelatin dikeringkan selama ± 48 jam dalam oven dengan suhu 56°C



Lembaran Gelatin Kering



Lampiran 3. Prosedur Analisa Kadar Air (AOAC,1995)

- Prosedur Uji Kadar Air dapat dilakukan dengan cara:
- Timbang contoh yang telah berupa tepung atau bahan yang telah dihaluskan sebanyak 5 g dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya.
- Kemudian dikeringkan dalam oven suhu 100-102°C selama 6 jam tergantung bahannya.
- Kemudian didinginkan dalam deksikator dan ditimbang.
- Panaskan lagi dalam oven 30 menit, dinginkan dalam desikator dan ditimbang, perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg).
- Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan.
- Kadar air dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Lampiran 4. Prosedur Analisa Kadar Abu (AOAC, 1995)

- Bahan ditimbang sebanyak 2-10 gram dalam kurs porselin yang kering dan telahh diketahui baeratnya
- Bahan dipijarkan pada muffle sampai diperoleh abu berwarna keputih-putihan
- Kurs dan abu dimasukkan ke dalam desikator dan timbang berat abu setelah dingin
- Kadar abu dapat diketahui dengan menghitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{Berat abu (gr)}}{\text{Berat bahan (gr)}} \times 100\%$$

Lampiran 5. Prosedur Analisa Protein (AOAC, 1999)

- Menimbang sampel sebanyak 1 g
- Sampel dimasukkan ke dalam abu kjedahl dan ditambahkan tablet kjedahl
- Ditambahkan 20 ml H2S04 pekat (di dalam lemari asam)

- Larutan dipanaskan (didestruksi) selama 1 jam di lemari asam
- Didinginkan selama 30 menit, kemudian ditambahkan ± 25 ml aquades dan 3 tetes indikator pp. Letakkan tabung erlenmeyer 250 ml yang berisi larutan H_2BO_3 3% (asam borat) dan 5 tetes indikator metil red dibawah kondensor dan harus terendam larutan H_2BO_3
- Ditambahkan larutan NaOH 30% (kemurnian teknis) kemudian dilakukan destilasi selama 3 menit sampai tertampung destilat pada erlenmeyer
- Lakukan titrasi destilat dengan larutan standar HCl sampai 0.1 N sampai terjadi perubahan warna menjadi jingga (orange)
- Simpan larutan HCL dalam botol tertutup
 - 1) Hitung total N atau % protein dalam contoh
 - 2) Perhitungan jumlah N:

$$\text{Jumlah N total} = \frac{\text{ml HCL} \times \text{N HCL} \times 14.008 \times f \text{ mg/ml}}{\text{ml larutan contoh}} \times 100\%$$

Keterangan:

F = faktor pengenceran, dalam contoh petunjuk ini besarnya f = 10

Lampiran 6. Prosedur Analisa Kadar Lemak Metode Goldfish (Tranggono, 1991)

- Menimbang sampel kering yang telah dihaluskan sebanyak 2 gram dan membungkusnya dengan kertas saring yang telah dikeringkan dalam oven
- Memasang sampel pada thimble pada tabung sampel
- Memasukkan pelarut PB secukupnya dalam gelas piala khusus yang sudah diketahui dan selanjutnya memasang gelas piala pada rangkaiannya
- Melakukan ekstraksi selama 3 – 5 jam
- Setelah selesai, listrik dimatikan dan setelah tidak ada pelarut yang menetes di thimble dan sisa bahan diambil

- Memasukan sampel ke oven selama semalaman
- Memasukan sampel ke dalam desikator
- Menimbang berat akhir sampel dan dihitung kadar lemak:

Jumlah kadar lemak =

$$\frac{(\text{berat awal kertas saring sampel} - \text{berat akhir kertas saring} + \text{sampel}) \times 100\%}{\text{berat awal sampel}} \times 100\%$$

Lampiran 7. Prosedur Analisa Kekuatan Gel (British Standard 757, 1975)

- Menyiapkan larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (melarutkan 7 gram gelatin dengan 105 ml aquadest)
- Menghomogenkan larutan dengan mengaduk menggunakan *magnetic stirrer*
- Memanaskan larutan gelatin dengan suhu 60°C selama 15 menit
- Menuang larutan ke dalam *Standart Bloom Jars* (botol dengan diameter 56-60mm, tinggi 85 mm) kemudian ditutup
- Mendiamkan larutan selama 2 menit
- Setelah itu, menginkubasi pada suhu 10°C selama 17 ± 2 jam
- Mengukur menggunakan alat *TA-XT plus texture analyzer* pada kecepatan probe 0,5 mm/s dengan kedalaman 4 mm
- Kekuatan gel dinyatakan dalam satuan gram bloom.

$$1 \text{ kg} = 9,81 \text{ N}$$

$$\text{Kekuatan Gel (g bloom)} = 20 + 2,86 \cdot 10^{-3} D$$

Keterangan : F = Gaya (Newton)

G = Konstanta (0,07)

D = Kekuatan Gel (dyne/cm²)

$$\text{Kekuatan gel (dyne/cm}^2\text{)} = \frac{F}{G} \times 980$$

Lampiran 8. Viskositas (British Standard 757, 1975)

- Menyiapkan larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (melarutkan 7 gram gelatin dengan 105 ml aquadest)
- Mengukur viskositas larutan dengan menggunakan alat *Brookfield Syncro-Lectric Viscometer*
- Mengukur larutan pada suhu 60°C dengan laju geser 60 rpm menggunakan spindel
- Mengalikan hasil pengukuran dengan faktor konversi
- Menguji larutan menggunakan spindel no. 1 dengan faktor konversinya adalah 1, nilai viskositas dinyatakan dalam satuan centipoise (cP).

Lampiran 9. Titik Leleh (Suryaningrum dan Utomo 2002)

- Menyiapkan larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (melarutkan 7 gram gelatin dengan 105 ml aquadest)
- Menginkubasi larutan gelatin pada suhu 10 °C selama 17 ± 2 jam
- Mengukur titik leleh dilakukan dengan cara memanaskan gel gelatin dalam *waterbath*
- Meletakkan *gotri* diatas gel gelatin dan ketika gotri jatuh ke dasar gel gelatin maka suhu tersebut merupakan suhu titik leleh

Lampiran 10. Titik Gel (Suryaningrum dan Utomo 2002)

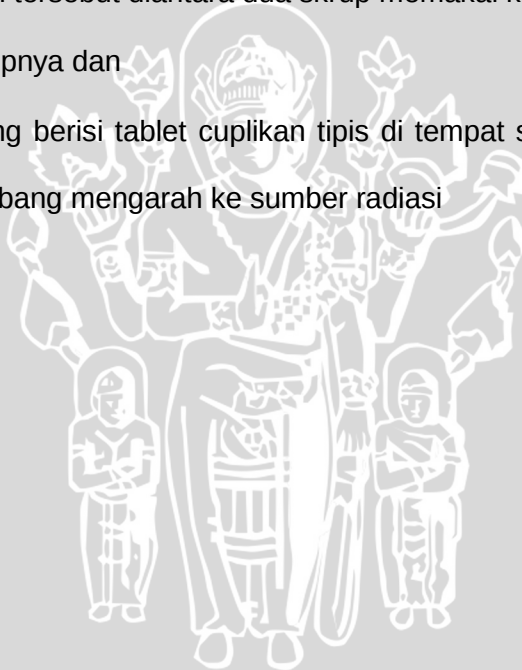
- Menyiapkan larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (melarutkan 7 gram gelatin dengan 105 ml aquadest)
- Menuang larutan gelatin tabung reaksi yang dihubungkan dengan termometer digital
- Memberi es pada sekeliling bagian luar tabung reaksi
- Titik gel adalah suhu ketika larutan gelatin mulai menjadi gel.

Lampiran 11. Derajat keasaman (pH) (British Standard 757, 1975)

- Menyiapkan gelatin sebanyak 0,2 gr
- Melarutkan dalam 20 ml aquades pada suhu 80°C
- Menghomogenkan dengan *magnetic stirer*
- Mengukur derajat keasamannya (pH) pada suhu kamar dengan pH meter

Lampiran 12. Analisis FTIR (Kristianingrum, 2014)

- Menghaluskan sampel dalam mortir kecil bersama kristal KBr kering dalam jumlah sedikit sekali (0,5-2 mg cuplikan + 100 mg KBr kering)
- Mengepres campuran tersebut diantara dua skrup memakai kunci,
- Membuka kedua skrupnya dan
- Meletakkan band yang berisi tablet cuplikan tipis di tempat sel spektrofotometer inframerah dengan lubang mengarah ke sumber radiasi



Lampiran 13. Uji BNT Rendemen

Perlakuan	RENDEMEN					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	11,54	10,23	11,89	11,56	13,18	58,40	11,68	1,05	9,01
suhu 50	16,51	17,01	16,98	18,56	15,84	84,90	16,98	1,00	5,90
suhu 55	16,54	14,98	16,49	18,77	16,47	83,25	16,65	1,36	8,14
						226,55			

Descriptives**Rendemen**

	N	Mean	Std. Dev	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	11.6800	1.05245	.47067	10.3732	12.9868	10.23	13.18
50	5	16.9800	1.00222	.44821	15.7356	18.2244	15.84	18.56
55	5	16.6500	1.35586	.60636	14.9665	18.3335	14.98	18.77
Total	15	15.1033	2.72512	.70362	13.5942	16.6125	10.23	18.77

Test of Homogeneity of Variances**Rendemen**

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.090	2	12	.915

ANOVA

Rendemen

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	88.166	2	44.083	33.477	.000
Within Groups	15.802	12	1.317		
Total	103.968	14			

Post Hoc Tests (Beda Nyata Terkecil)

Multiple Comparisons

Rendemen

	(I) perla kuan	(J) perla kuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-5.30000*	.72576	.000	-6.8813	-3.7187
		55	-4.97000*	.72576	.000	-6.5513	-3.3887
	50	45	5.30000*	.72576	.000	3.7187	6.8813
		55	.33000	.72576	.657	-1.2513	1.9113
	55	45	4.97000*	.72576	.000	3.3887	6.5513
		50	-.33000	.72576	.657	-1.9113	1.2513

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 14. Uji BNT Analisa Kadar Air

Perlakuan	KADAR AIR					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	9,32	8,78	9,03	9,78	8,49	45,40	9,08	0,50	5,47
suhu 50	6,78	6,98	7,58	7,77	8,29	37,40	7,48	0,61	8,16
suhu 55	8,08	7,86	7,67	6,89	6,90	37,40	7,48	0,55	7,40
						120,20			

Descriptives

Kadar Air

	N	Mean	Std. Dev	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	9.0800	.49704	.22228	8.4628	9.6972	8.49	9.78
50	5	7.4800	.61037	.27297	6.7221	8.2379	6.78	8.29
55	5	7.4800	.55340	.24749	6.7929	8.1671	6.89	8.08
Total	15	8.0133	.93491	.24139	7.4956	8.5311	6.78	9.78

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Air

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.259	2	12	.776

ANOVA

Kadar Air

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.533	2	4.267	13.825	.001
Within Groups	3.703	12	.309		
Total	12.237	14			

Post Hoc Tests (Beda Nyata Terkecil)

Multiple Comparisons

Kadar Air

	(I) perakuan	(J) perakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	1.60000*	.35135	.001	.8345	2.3655
		55	1.60000*	.35135	.001	.8345	2.3655
	50	45	-1.60000*	.35135	.001	-2.3655	-.8345
		55	.00000	.35135	1.000	-.7655	.7655
	55	45	-1.60000*	.35135	.001	-2.3655	-.8345
		50	.00000	.35135	1.000	-.7655	.7655

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 15. Uji BNT Analisa Kadar Abu

Perlakuan	KADAR ABU					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	4,56	4,65	5,24	4,97	5,43	24,85	4,97	0,37	7,49
suhu 50	3,12	3,30	2,89	2,76	2,83	14,90	2,98	0,22	7,52
suhu 55	3,07	3,61	2,96	3,70	3,61	16,95	3,39	0,35	10,22
						56,70			

Descriptives

Kadar Abu

	N	Mean	Std. Dev	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	4.9700	.37249	.16658	4.5075	5.4325	4.56	5.43
50	5	2.9800	.22417	.10025	2.7017	3.2583	2.76	3.30
55	5	3.3900	.34648	.15495	2.9598	3.8202	2.96	3.70
Total	15	3.7800	.93645	.24179	3.2614	4.2986	2.76	5.43

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Abu

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.321	2	12	.303

ANOVA

Kadar Abu

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11.041	2	5.521	53.588	.000
Within Groups	1.236	12	.103		
Total	12.277	14			

Post Hoc Tests (Beda Nyata Terkecil)

Multiple Comparisons

Kadar Abu

	(I) perakuan	(J) perakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	1.99000*	.20299	.000	1.5477	2.4323
		55	1.58000*	.20299	.000	1.1377	2.0223
	50	45	-1.99000*	.20299	.000	-2.4323	-1.5477
		55	-.41000	.20299	.066	-.8523	.0323
	55	45	-1.58000*	.20299	.000	-2.0223	-1.1377
		50	.41000	.20299	.066	-.0323	.8523

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 16. Uji BNT Analisa Kadar Protein

Perlakuan	KADAR PROTEIN					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	81,76	89,76	86,65	89,21	92,52	439,90	87,98	4,05	4,61
suhu 50	82,75	90,88	92,11	93,73	93,23	452,70	90,54	4,49	4,96
suhu 55	84,29	95,54	92,39	93,86	94,12	460,20	92,04	4,47	4,86
						1352,80			

Descriptives

Kadar Protein

	N	Mean	Std. Dev	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	87.9060	4.19710	1.87700	82.6946	93.1174	81.39	92.52
50	5	90.5400	4.49101	2.00844	84.9637	96.1163	82.75	93.73
55	5	92.0400	4.47420	2.00092	86.4845	97.5955	84.29	95.54
Total	15	90.1620	4.43210	1.14436	87.7076	92.6164	81.39	95.54

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Protein

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.000	2	12	1.000

ANOVA

Kadar Protein

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	43.797	2	21.898	1.137	.353
Within Groups	231.213	12	19.268		
Total	275.010	14			

Post Hoc Tests (Beda Nyata Terkecil)

Multiple Comparisons

Kadar Protein

	(I) perlak uan	(J) perlak uan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-2.63400	2.77617	.361	-8.6827	3.4147
		55	-4.13400	2.77617	.162	-10.1827	1.9147
	50	45	2.63400	2.77617	.361	-3.4147	8.6827
		55	-1.50000	2.77617	.599	-7.5487	4.5487
	55	45	4.13400	2.77617	.162	-1.9147	10.1827
		50	1.50000	2.77617	.599	-4.5487	7.5487

Lampiran 17. Uji BNT Analisa Kadar Lemak

Perlakuan	KADAR LEMAK					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
45	0,79	0,77	0,81	0,73	0,85	3,95	0,79	0,04	5,66
50	0,59	0,67	0,65	0,69	0,65	3,25	0,65	0,04	5,76
55	0,78	0,76	0,73	0,80	0,78	3,85	0,77	0,03	3,44
						11,05			

Descriptives

Kadar Lemak

	N	Mean	Std. Dev	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	.7900	.04472	.02000	.7345	.8455	.73	.85
50	5	.6500	.03742	.01673	.6035	.6965	.59	.69
55	5	.7700	.02646	.01183	.7371	.8029	.73	.80
Total	15	.7367	.07257	.01874	.6965	.7769	.59	.85

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Lemak

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.350	2	12	.712

ANOVA

Kadar Lemak

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.057	2	.029	20.976	.000
Within Groups	.016	12	.001		
Total	.074	14			

Post Hoc Tests (Beda Nyata Terkecil)

Multiple Comparisons

Kadar Lemak

	(I) perakuan	(J) perakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	.14000*	.02338	.000	.0891	.1909
		55	.02000	.02338	.409	-.0309	.0709
	50	45	-.14000*	.02338	.000	-.1909	-.0891
		55	-.12000*	.02338	.000	-.1709	-.0691
	55	45	-.02000	.02338	.409	-.0709	.0309
		50	.12000*	.02338	.000	.0691	.1709

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 18. Uji BNT Kekutan Gel

Perlakuan	KEKUATAN GEL					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
45	97,32	102,54	103,55	96,50	110,28	510,19	102,04	5,55	5,44
50	87,68	90,57	100,13	95,45	77,18	451,01	90,20	8,69	9,64
55	75,87	82,75	85,77	89,52	80,37	414,28	82,86	5,19	6,27
						1375,49			

Descriptives

Kekutan Gel

	N	Mean	Std. Dev	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	102.039	5.553795	2.483733	95.14305	108.93495	96.502	110.280
50	5	90.2030	8.692177	3.887260	79.41024	100.99576	77.183	100.134
55	5	82.8560	5.194418	2.323014	76.40628	89.30572	75.867	89.521
Total	15	275.098	10.24794	2.646006	86.02421	97.37445	75.867	110.280

Test of Homogeneity of Variances

Kekutan Gel

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.561	2	12	.585

ANOVA

Kekutan Gel

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	936.761	2	468.381	10.535	.002
Within Groups	533.522	12	44.460		
Total	1470.284	14			

Post Hoc Tests (Beda Nyata Terkecil)

Multiple Comparisons

Kekutan Gel

	(I) perakuan	(J) perakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	11.836000*	4.217117	.016	2.64769	21.02431
		55	19.183000*	4.217117	.001	9.99469	28.37131
	50	45	-11.836000*	4.217117	.016	-21.02431	-2.64769
		55	7.347000	4.217117	.107	-1.84131	16.53531
	55	45	-19.183000*	4.217117	.001	-28.37131	-9.99469
		50	-7.347000	4.217117	.107	-16.53531	1.84131

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 19. Uji BNT Viskositas

Perlakuan	Viskositas					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	6,9	7,1	6,7	7,7	6,6	35	7,00	0,44	6,23
suhu 50	9,2	9,4	9,1	7,8	9,5	45	9,00	0,69	7,66
suhu 55	12,3	11,8	11,1	13,4	11,4	60	12,00	0,90	7,52
						140			

Descriptives

Viskositas

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	7.000	.4359	.1949	6.459	7.541	6.6	7.7
50	5	9.000	.6892	.3082	8.144	9.856	7.8	9.5
55	5	12.000	.9028	.4037	10.879	13.121	11.1	13.4
Total	15	9.333	2.2241	.5743	8.102	10.565	6.6	13.4

Test of Homogeneity of Variances

Viskositas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.004	2	12	.395

ANOVA

Viskositas

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	63.333	2	31.667	64.189	.000
Within Groups	5.920	12	.493		
Total	69.253	14			

Post Hoc Tests (Beda Nyata Terkecil)

Multiple Comparisons

Viskositas

	(I) perlak uan	(J) perlak uan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-2.0000*	.4442	.001	-2.968	-1.032
		55	-5.0000*	.4442	.000	-5.968	-4.032
	50	45	2.0000*	.4442	.001	1.032	2.968
		55	-3.0000*	.4442	.000	-3.968	-2.032
	55	45	5.0000*	.4442	.000	4.032	5.968
		50	3.0000*	.4442	.000	2.032	3.968

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 20. Uji BNT pH

Perlakuan	pH					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	5,21	5,44	4,98	5,03	5,34	26	5,20	0,20	3,78
suhu 50	5,33	5,02	5,47	4,77	5,96	26,55	5,31	0,45	8,55
suhu 55	5,46	4,86	5,19	5,54	5,35	26,40	5,28	0,27	5,09
						78,95			

Descriptives

pH

	N	Mean	Std. Dev	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	5.2000	.19660	.08792	4.9559	5.4441	4.98	5.44
50	5	5.3100	.45393	.20300	4.7464	5.8736	4.77	5.96
55	5	5.2800	.26898	.12029	4.9460	5.6140	4.86	5.54
Total	15	5.2633	.30479	.07870	5.0945	5.4321	4.77	5.96

Test of Homogeneity of Variances

pH

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.282	2	12	.313

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.032	2	.016	.153	.860
Within Groups	1.268	12	.106		
Total	1.301	14			

Post Hoc Tests (Beda Nyata Terkecil)

Multiple Comparisons

pH

	(I) PERL AKUA N	(J) PERL AKUA N	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-.11000	.20560	.602	-.5580	.3380
		55	-.08000	.20560	.704	-.5280	.3680
	50	45	.11000	.20560	.602	-.3380	.5580
		55	.03000	.20560	.886	-.4180	.4780
	55	45	.08000	.20560	.704	-.3680	.5280
		50	-.03000	.20560	.886	-.4780	.4180

Lampiran 21. Uji BNT Titik Leleh

Perlakuan	TITIK LELEH					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	27	28	26	30	29	140	28,00	1,58	5,65
suhu 50	31	27	29	31	30	148	29,60	1,67	5,65
suhu 55	27	30	26	28	30	141	28,20	1,79	6,34
						429			

Descriptives

Titik Leleh

	N	Mean	Std. Dev	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	28.00	1.581	.707	26.04	29.96	26	30
50	5	29.60	1.673	.748	27.52	31.68	27	31
55	5	28.20	1.789	.800	25.98	30.42	26	30
Total	15	28.60	1.724	.445	27.65	29.55	26	31

Test of Homogeneity of Variances

Titik Leleh

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.109	2	12	.898

ANOVA

Titik Leleh

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.600	2	3.800	1.341	.298
Within Groups	34.000	12	2.833		
Total	41.600	14			

Post Hoc Tests (Beda Nyata Terkecil)

Multiple Comparisons

Titik Leleh

	(I) perlak uan	(J) perlak uan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-1.600	1.065	.159	-3.92	.72
		55	-.200	1.065	.854	-2.52	2.12
	50	45	1.600	1.065	.159	-.72	3.92
		55	1.400	1.065	.213	-.92	3.72
	55	45	.200	1.065	.854	-2.12	2.52
		50	-1.400	1.065	.213	-3.72	.92

Lampiran 22. Uji BNT Titik Gel

Perlakuan	TITIK GEL					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
45	15	14	14	13	13	70	14	0,61	4,40
50	12	12	12	13	13	63	13	0,51	4,02
55	13	14	14	15	15	71	14	0,78	5,49
						204			

Descriptives

Titik Gel

	N	Mean	Std. Dev	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	13.00	.707	.316	12.12	13.88	12	14
50	5	12.00	.707	.316	11.12	12.88	11	13
55	5	14.00	1.000	.447	12.76	15.24	13	15
Total	15	13.00	1.134	.293	12.37	13.63	11	15

Test of Homogeneity of Variances

Titik Gel

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.000	2	12	.397

ANOVA

Titik Gel

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.000	2	5.000	7.500	.008
Within Groups	8.000	12	.667		
Total	18.000	14			

Post Hoc Tests (Beda Nyata Terkecil)

Multiple Comparisons

Titik Gel

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	1.000	.516	.077	-.13	2.13
		55	-1.000	.516	.077	-2.13	.13
	50	45	-1.000	.516	.077	-2.13	.13
		55	-2.000*	.516	.002	-3.13	-.87
	55	45	1.000	.516	.077	-.13	2.13
		50	2.000*	.516	.002	.87	3.13

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.