

KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA-KIMIA GELATIN KULIT IKAN LELE
Clarias gariepinus

SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Oleh:
FAHRIZAL ARDIANSYAH
NIM. 125080300111076



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

LEMBAR PENGESAHAN

KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA-KIMIA GELATIN KULIT IKAN LELE
Clarias gariepinus

Oleh :
FAHRIZAL ARDIANSYAH
NIM. 125080300111076

Dosen Penguji I



Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP
NIP. 19581231 198601 2 002
Tanggal: 16 NOV 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Kartini Zaelani, MS
NIP. 19550503 198503 2 001
Tanggal: 16 NOV 2016

Dosen Penguji II



Yunita Eka Puspitasari, S.Pi, MP
NIP. 19840607 201012 2 003
Tanggal: 16 NOV 2016

Dosen Pembimbing II



Eko Waluyo, S.Pi., M.Sc
NIP. 19800424 200501 1 001
Tanggal: 16 NOV 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan



Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal: 16 NOV 2016

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, 02 November 2016

Mahasiswa

Fahrizal Ardiansyah

UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas berkah, rahmat-Nya, penulis bisa menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Laporan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penyusunan Laporan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Ucapan terimakasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. Kartini Zaelani, MS selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan pengarahan-pengarahan sejak penyusunan usulan sampai dengan selesainya penyusunan laporan skripsi ini.
2. Eko Waluyo, S.Pi., M.Sc selaku dosen pembimbing II, yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan terkait tentang aturan penulisan dan penyusunan sejak penyusunan usulan sampai dengan selesainya penyusunan laporan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP dan Yunita EP, S.Pi., MP selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran pada laporan skripsi ini.
4. Kedua Orang Tua, Ibuk dan Ayah yang memberikan doa dan dukungan selama penyusunan laporan skripsi ini.
5. Parther Skripsi, Ken Audia P, Desi Karlina, Ryan Destianto dan Dimas Khafidhulloh yang setia menemani dalam suka maupun duka mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya laporan skripsi ini.
6. Teman-teman THP 2012 yang telah banyak membantu dan memberikan semangat selama penyusunan laporan skripsi ini.
7. Teman-teman kos 20A dan Hanifah DR yang banyak memberika motivasi dan semangat dalam penyelesain laporan skripsi ini.
8. Serta seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya Laporan skripsi ini, yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, saya ucapkan terima kasih.

Malang, 2 November 2016

Fahrizal Ardiansyah

RINGKASAN

FAHRIZAL ARDIANSYAH (NIM. 125080300111076). Laporan Skripsi dengan judul Karakteristik Sifat Fisika-Kimia Gelatin dari Kulit Ikan Lele *Clarias gariepinus*. (Di Bawah Bimbingan : **Dr. Ir. Kartini Zaelani, MS dan Eko Waluyo, S.Pi., M.Sc**)

Gelatin merupakan senyawa turunan kolagen yang terdapat pada kulit, tulang dan jaringan ikat hewan yang dihidrolisis menggunakan larutan asam atau basa. Gelatin yang banyak beredar adalah produk yang terbuat dari kulit dan tulang sapi atau babi yang menimbulkan masalah di masyarakat baik kehalalan maupun kesehatan. Pemanfaatan gelatin di Indonesia tidak diikuti dengan meningkatnya produksi gelatin, diunjukkan dengan meningkatnya impor gelatin dari tahun ke tahun. Padahal, sumber kolagen tidak hanya terdapat pada kulit dan tulang sapi atau babi, tapi juga pada hasil perikanan yang pemanfaatannya belum optimal, salah satunya adalah ikan lele. Dari tahun ke tahun hasil budidaya ikan lele terus meningkat, tapi pemanfaatannya hanya sebatas pada dagingnya saja, padahal semua bagian tubuhnya dapat dimanfaatkan termasuk kulitnya. Kulit ikan lele (*Clarias gariepinus*) dapat dijadikan gelatin karena di dalamnya terdapat protein kolagen. Konversi kulit ikan lele (*Clarias gariepinus*) menjadi gelatin dapat dilakukan menggunakan larutan asam dan basa.

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sifat fisika kimia gelatin kulit ikan lele serta mengetahui suhu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan kualitas gelatin kulit ikan lele yang terbaik. Penelitian ini dilaksanakan mulai pada bulan Maret sampai dengan Juni di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Laboratorium Sentral Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang.

Metode yang digunakan adalah eksperimen. Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan tiga kali ulangan dengan variabel bebas yaitu suhu ekstraksi 45°C, 50°C, dan 55°C, serta variabel terikat yaitu analisa proksimat, rendemen, viskositas, kekuatan gel, titik leleh, titik gel dan pH.

Hasil penelitian didapatkan gelatin terbaik yaitu pada perlakuan dengan suhu ekstraksi 55°C. Dengan nilai rendemen gelatin terbaik terdapat pada suhu ekstraksi 55°C sebesar 22,61%, Pada nilai kadar abu terbaik pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai 0,37%. Pada nilai kadar protein terbaik pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai 93,91%. Pada nilai kadar lemak terbaik pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai 1,46%. Pada nilai kekuatan gel terbaik pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai 119,08 bloom. Pada nilai viskositas terbaik yaitu pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai 15,60cP. Pada nilai titik leleh dan titik gel nilai terbaik terdapat pada suhu ekstraksi 55°C.

Kulit ikan lele dapat dijadikan gelatin karena didalamnya terdapat protein kolagen yang dapat didenaturasi menjadi gelatin. Berdasarkan penelitian, perlakuan terbaik yang dihasilkan adalah gelatin dengan suhu ekstraksi 55°C, perlakuan ini dipilih karena mempunyai nilai rendemen, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kekuatan gel, viskositas titik leleh dan titik gel yang lebih baik dari perlakuan yang lain. Sehingga gelatin yang di ekstraksi menggunakan suhu 55°C memiliki kualitas yang cukup baik dan telah memenuhi standart yang di tetapkan oleh SNI 1995 dan GMIA 2012.

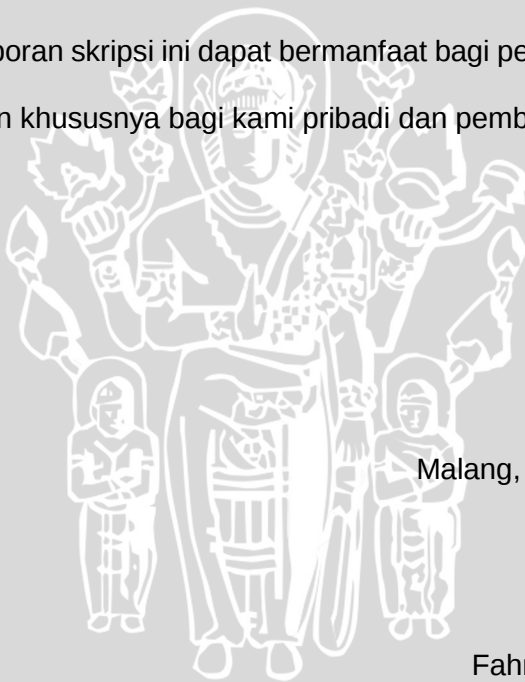
KATA PENGANTAR

Segala puji dan ucapan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul Karakteristik Sifat Fisika-Kimia Gelatin dari Kulit Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

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, maka diharapkan kritik dan saran sehingga dapat menjadi lebih sempurna. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan perikanan khususnya bagi kami pribadi dan pembaca.

Malang, 2 November 2016

Fahrizal Ardiansyah



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORSINALITAS	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
RINGKASAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi

1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis	4
1.5 Kegunaan.....	4
1.6 Waktu dan tempat	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i>)	5
2.2 Kulit Ikan	5
2.3 Kolagen	7
2.4 Gelatin.....	8
2.5 Standart Mutu Gelatin.....	10
2.6 Pemanfaatan Gelatin.....	12
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Alat dan Bahan.....	14
3.1.1 Alat	14
3.1.2 Bahan	14
3.2 Metode Penelitian.....	15
3.2.1 Metode.....	15
3.2.2 Variabel Penelitian	15
3.2.3 Rancangan Percobaan	16
3.3 Prosedur Penelitian	16
3.4 Analisis Fisika Kimia Gelatin.....	19
3.4.1 Rendemen	19
3.4.2 Kekuatan Gel	19
3.4.3 Viskositas.....	20
3.4.4 Derajat Keasaman (pH)	20
3.4.5 Kadar Air.....	21
3.4.6 Kadar Abu.....	21
3.4.7 Kadar Protein.....	22
3.4.8 Kadar Lemak	22
3.4.9 Titik Leleh	23
3.4.10 Titik Gel.....	23

3.4.11 Analisis FTIR	23
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Rendemen	24
4.2 Kekuatan Gel	26
4.3 Viskositas	27
4.4 pH (Derajat Keasaman).....	29
4.5 Kadar Air	31
4.6 Kadar Abu	32
4.7 Kadar Protein	33
4.8 Kadar Lemak	35
4.9 Titik Leleh	37
4.10 Titik Gel.....	38
4.11 Analisa FTIR	40
5. KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46



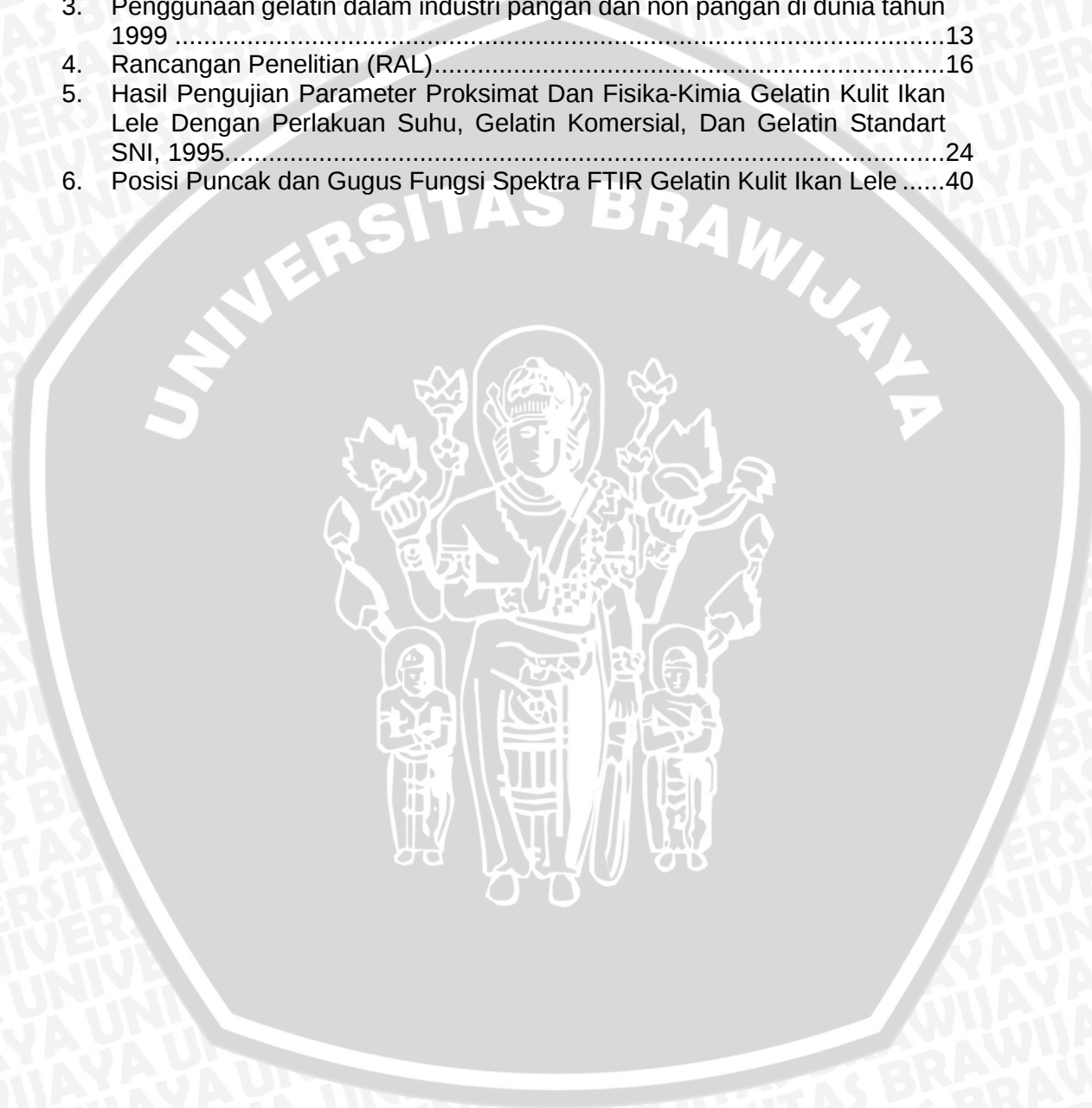
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Lele <i>Clarias gariepinus</i>	5
2. Penampang jaringan kulit hewan	6
3. Struktur kimia kolagen	8
4. Struktur Kimia Gelatin	9
5. Diagram Alir Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Lele.....	18
6. Grafik Rendemen Gelatin Kulit Ikan Lele	25
7. Grafik Kekuatan Gel Gelatin Kulit Ikan Lele	26
8. Grafik Viskositas Gelatin Kulit Ikan Lele.....	28
9. Grafik pH Gelatin Kulit Ikan Lele	29
10. Grafik Kadar Air Gelatin Kulit Ikan Lele.....	31
11. Grafik Kadar Abu Gelatin Kulit Ikan Lele	32
12. Grafik Kadar Protein Gelatin Kulit Ikan Lele	34
13. Grafik Kadar Lemak Gelatin Kulit Ikan Lele.....	35
14. Grafik Titik Leleh Gelatin Kulit Ikan Lele.....	37
15. Grafik Titik Gel Gelatin Kulit Ikan Lele.....	38
16. Spektra FTIR Gelatin Kulit Ikan Lele	39



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar mutu gelatin berdasarkan SNI 1995.....	11
2. Persyaratan gelatin berdasarkan GMIA (2012)	11
3. Penggunaan gelatin dalam industri pangan dan non pangan di dunia tahun 1999	13
4. Rancangan Penelitian (RAL).....	16
5. Hasil Pengujian Parameter Proksimat Dan Fisika-Kimia Gelatin Kulit Ikan Lele Dengan Perlakuan Suhu, Gelatin Komersial, Dan Gelatin Standart SNI, 1995.....	24
6. Posisi Puncak dan Gugus Fungsi Spektra FTIR Gelatin Kulit Ikan Lele	40



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Proses Pembuat Gelatin Kulit Ikan Lele <i>Clarias gariepinus</i>	51
2. Prosedur Analisa Kadar Air (AOAC,1995).....	56
3. Prosedur Analisa Kadar Abu (AOAC, 1995).....	56
4. Prosedur Analisa Protein (AOAC, 1999)	56
5. Prosedur Analisa Kadar Lemak Metode Goldfish (Tranggono, 1991)	57
6. Prosedur Analisa Kekuatan Gel (British Standard 757, 1975)	58
7. Viskositas (British Standard 757, 1975)	59
8. Titik Leleh (Suryaningrum dan Utomo 2002)	59
9. Titik Gel (Suryaningrum dan Utomo 2002)	59
10. Derajat keasaman (pH) (British Standard 757, 1975).....	60
11. Analisis FTIR (Kristianingrum, 2014).....	60
12. Perhitungan NaOH 0,05N dan Asam Asetat 0,05N	60
13. Uji BNT Rendemen	62
14. Uji BNT Kekutan Gel.....	63
15. Uji BNT Viskositas	64
16. Uji BNT pH.....	65
17. Uji BNT Analisa Kadar Air	66
18. Uji BNT Analisa Kadar Abu	67
19. Uji BNT Analisa Kadar Protein	68
20. Uji BNT Analisa Kadar Lemak.....	69
21. Uji BNT Titik Leleh	70
22. Uji BNT Titik Gel	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gelatin merupakan senyawa turunan kolagen yang terdapat pada kulit, tulang dan jaringan ikat hewan yang dihidrolisis menggunakan larutan asam atau basa (Tazwir *et al.*, 2008). Peranginangin (2004), menyatakan dalam industri pangan gelatin sangat bermanfaat karena peranannya yang sulit untuk digantikan. Sebagian besar dari total produksi gelatin diaplikasikan pada industri makanan dalam bentuk *edible* gelatin. Dalam pembuatan *bakery*, gelatin digunakan sebagai bahan penstabil dan pengisi. Pemanfaatan gelatin pada produk non pangan adalah industri farmasi, teknik dan kosmetik. Pada bidang farmasi, gelatin digunakan dalam pembuatan kapsul, berperan sebagai agen pengikat untuk tablet dan pastilles, penyamar rasa pada pil, pengganti serum, mikroenkapsulasi vitamin, dan penstabil emulsi. Pada industri teknik gelatin digunakan dalam bahan pembuatan lem, kertas, cat yang berperan sebagai pengikat, dan penstabil emulsi. Dalam industri kosmetik digunakan dalam lipstik, shampoo dan sabun.

Industri yang paling banyak memanfaatkan gelatin adalah industri pangan. Dalam industri pangan, menurut Poppe (1992) dalam LPPOM MUI (2008) 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, lipstik, cat kuku, busa cukur, krim pelindung sinar matahari (Hermanianto 2000). Dalam industri kertas, gelatin digunakan sebagai sizing paper (Ward and Court, 1977).

Permintaan global gelatin telah meningkat selama bertahun-tahun. Laporan pada tahun 2010 menunjukkan permintaan gelatin dunia adalah hampir 326,000 ton, dengan gelatin berasal dari kulit babi dengan nilai tertinggi yaitu (46%), diikuti oleh sapi yaitu sebesar (29.4%), tulang sapi (23,1%) dan sumber-sumber lain (1,5%) (See *et al.*, 2010),. Berdasarkan data impor gelatin Badan Pusat Statistik (2014) dari tahun 2010 sampai Februari 2014 mengalami peningkatan yang signifikan. Pada tahun 2013 jumlah impor gelatin sudah mencapai 3,8 juta kg lebih dengan nilai Rp 300 milyar dan umumnya bahan baku gelatin di Indonesia masih merupakan barang impor terutama Eropa, Amerika dan Cina yang tidak terjamin kehalalannya (Damanik, 2005). Dalam ajaran agama islam setiap muslim diharuskan untuk mengkonsumsi sesuatu yang jelas kehalalannya, dengan adanya isu-isu lain dari hewan mamalia terutama sapi tentang maraknya berita tentang penyakit sapi gila (*mad cow disease*) atau *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE), maka diteliti gelatin yang diekstrak dari kulit ikan sebagai salah satu bahan aditif alternatif yang dapat dijamin kehalalannya dan diterima seluruh masyarakat.

Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu jenis ikan yang saat ini sudah banyak dibudidayakan oleh petani ikan. Pemanfaatan ikan lele sebagai bahan pangan selama ini hanya terbatas pada penghunaan dagingnya saja (Ferazuma *et al.*, 2011). Limbah yang dihasilkan berupa tulang, kulit, kepala, sisik, isi perut, ekor, insang dan sebagainya yang mencapai 50% dari total berat ikan

belum dimanfaatkan secara optimal. Berdasarkan data Kementerian Perikanan dan Kelautan (2012) produksi ikan lele nasional sebesar 273.554 ton dan diprediksi untuk tahun 2014 mencapai 900.000 ton artinya jika produksi ikan lele pada tahun 2014 sesuai yang diprediksikan bisa dibayangkan limbah yang dihasilkan bisa mencapai 111.600 ton.

Produksi gelatin yang bermutu tergantung pada penggunaan metode ekstraksi yang tepat seperti metode asam dan basa. Perbedaan kedua metode ini terletak pada proses perendamannya. Asam mampu mengubah serat kolagen triple helix menjadi untaian tunggal, sedangkan larutan perendaman basa hanya mampu menghasilkan untaian ganda (Ward dan Courts, 1977). Hal ini menyebabkan pada waktu yang sama jumlah kolagen yang terhidrolisis oleh larutan asam lebih banyak dari pada larutan basa (Tazwir *et al.*, 2008).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil uraian di atas, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik sifat fisika kimia gelatin kulit ikan lele?
2. Berapa suhu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan kualitas gelatin kulit ikan lele yang terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui karakteristik sifat fisika kimia gelatin kulit ikan lele.
2. Mengetahui suhu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan kualitas gelatin kulit ikan lele yang terbaik.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut:

H0 : Penggunaan suhu yang berbeda pada pembuatan gelatin tidak dapat mempengaruhi kualitas gelatin berbahan kulit ikan lele.

H1 : Penggunaan suhu yang berbeda pada pembuatan gelatin dapat mempengaruhi kualitas gelatin berbahan kulit ikan lele.

1.5 Kegunaan

Kegunaan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada masyarakat, sebagai bahan referensi, masukan dan pengetahuan untuk meningkatkan nilai tambah terhadap hal yang masih berhubungan dengan penelitian ini. Selain itu juga untuk menambah nilai guna gelatin kulit ikan lele bagi masyarakat. Bagi mahasiswa atau peneliti sebagai bahan penyempurna penelitian sebelumnya dan sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan mulai pada bulan Maret sampai dengan Juni 2016 bertempat di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi Ikan, Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Laboratorium Sentral Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang. Serta Laboratorium Biologi Fakultas MIPA Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Klasifikasi ikan lele menurut Saanin (1968) adalah:

Kingdom	: Animalia
Sub-kingdom	: Metazoa
Phyllum	: Chordata
Sub-phyllum	: Vertebrata
Klas	: Pisces
Sub-klas	: Teleostei
Ordo	: Ostariophysi.
Sub-ordo	: Siluroidea
Familia	: Clariidae
Genus	: Clarias

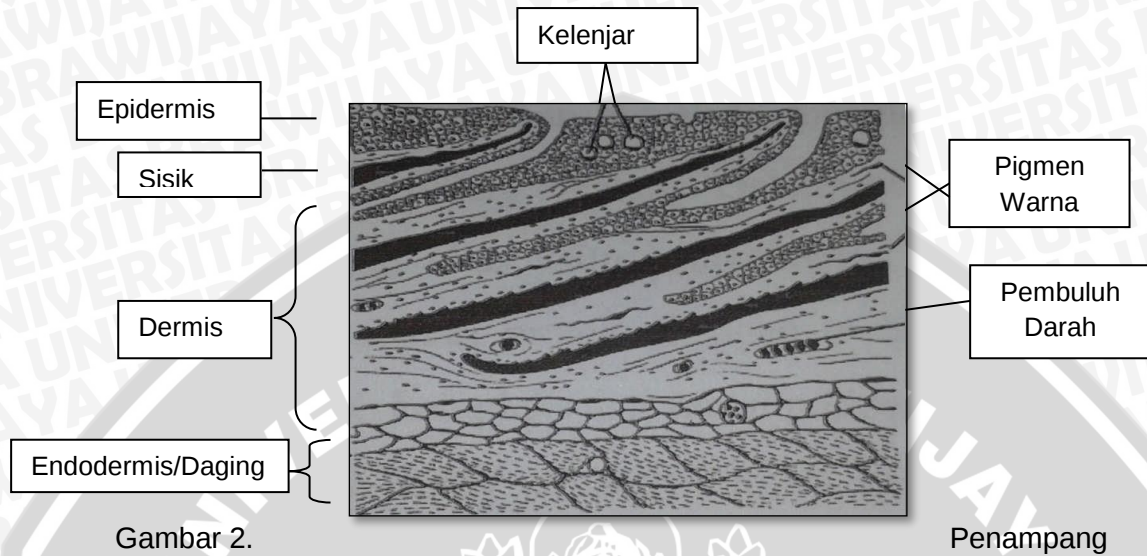


Gambar 1. Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

2.2 Kulit Ikan

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.



jaringan kulit ikan (Buchheim *et al.*, 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 yang 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

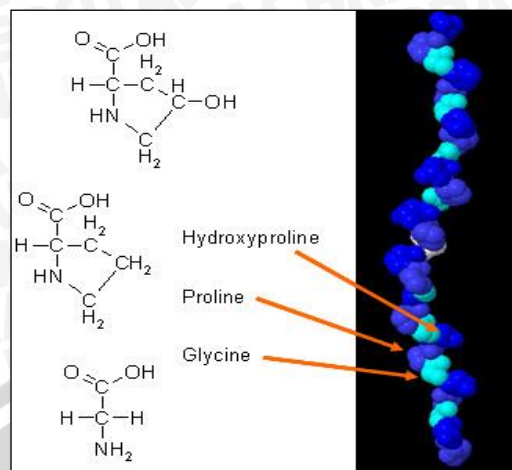
peptida-peptida dengan berat molekul yang lebih rendah yang disebut dengan gelatin (Hadiwiyoto, 1993).

2.3 Kolagen

Kolagen merupakan komponen struktural utama dari jaringan pengikat putih (*white connective tissue*) yang meliputi hampir 30% dari total protein pada jaringan organ tubuh vertebrata dan invertebrata (Poppe, 1992). Silva *et al.*, (2005) menyatakan bahwa kolagen adalah protein hewan yang menjadi komponen utama dari semua jaringan penghubung yang terdapat pada kulit, tulang, tendon, dan kartilago. 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 dicaikan 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 and William, 2009).

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 and 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. Struktur kolagen terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur kimia kolagen (Yamazaki *et al.*, 2010)

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).

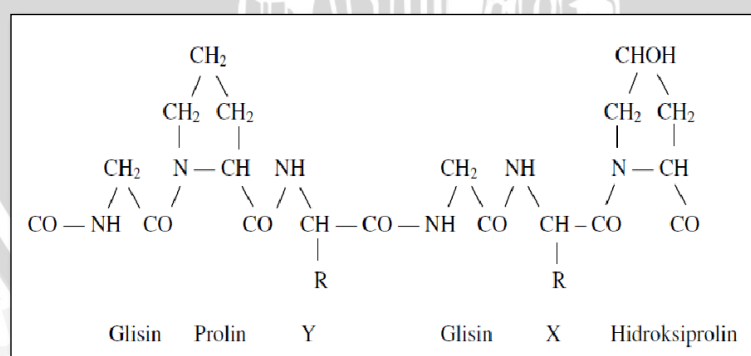
2.4 Gelatin

Gelatin merupakan protein yang diperoleh dari hidrolisis parsial dari kolagen, komponen protein utama ada komponen kulit, tulang, jagat dan jaringan penghubung putih dari tubuh hewan. Tipe gelatin A diproduksi melalui proses asam dari kolagen, tipe B diproduksi melalui alkalin atau proses kapur. Karena diperoleh dari kolagen melalui kontrol hidrolisis parsial dan tidak terdapat di alam, gelatin diklasifikasikan sebagai turunan protein. Lem hewan dan gelatin hidrolisat, terkadang lebih baik sebagai cairan protein yang memproduksi lebih dari hidrolisis kolagen secara lengkap dan dapat dipertimbangkan yang berisi fraksi beratmolekul rendah dari gelatin (Domb *et al.*, 1997)

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 hidrosiprolin dan lebih sedikit mengandung tirosin dibanding dengan proses asam (Ward and 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-hidrosiprolin (Binder and Miller 1953 dalam Ward and Court 1977). Struktur kimia gelatin dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Struktur Kimia Gelatin (Poppe 1992)

Gelatin termasuk molekul besar. Menurut Ward and Court (1977) berat molekul (BM) gelatin mencapai 90.000 sedangkan pada gelatin komersial berkisar antara 20.000-70.000. Balian dan Bowes (1977) menyatakan bahwa berat molekul (BM)

gelatin merupakan kelipatan 768 atau kelipatan $C_{32}H_{52}O_{12}N_{10}$. Menurut Bennion (1980), gelatin merupakan produk utama yang berasal dari kolagen dengan pemanasan yang dikombinasi dengan perlakuan asam atau alkali. Gelatin dapat diperoleh dengan cara denaturasi dari kolagen. Pemanasan kolagen secara bertahap akan menyebabkan struktur rusak dan rantai-rantainya terpisah. Berat molekul, bentuk dan konformasi larutan kolagen sensitif terhadap perubahan temperatur yang dapat menghancurkan mikro molekulnya (Wong 1989).

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).

Istilah gelatin digunakan untuk memperoleh produk dari kolagen mamalia yang dapat didispersi dalam air dan menunjukkan sifat reversible sol-gel yang dapat berubah berdasarkan suhu. Proses dari pembentukan gel adalah kembalinya gulungan acak ke struktur heliks. Saat pendinginan, asam amino mencapai daerah ikatan yang berbeda dari struktur heliks, dimana menstabilkan ikatan hydrogen. Kemudian terbentuk matriks gel tiga dimensi (Deman, 1999).

2.5 Standart 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 berdasarkan SNI (1995) dan persyaratan gelatin berdasarkan GMIA (2012) dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. 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 2. Persyaratan gelatin berdasarkan GMIA (2012)

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 and Court, 1977)

2.6 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) dalam LPPOM MUI (2008) 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, 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 3.

Tabel 3. 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 : Nurilmala (2004)

BAB III

METODOLOGI

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari alat untuk pembuatan gelatin tulang ikan lele (*Clarias gariepinus*) dan alat untuk analisa. Alat-alat yang digunakan yang digunakan dalam pembuatan gelatin kulit ikan lele diantaranya adalah *beaker glass* 1000 ml, *waterbath*, oven, spatula, timbangan digital, pisau, nampan, oven, loyang, *coffee grinder*, *thermometer*, dan pH meter.

Alat yang digunakan untuk analisa gelatin kulit ikan lele 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 lele yang diperoleh dari P2MKP *Farm Fish Boster Centre*, Sidoarjo. Bahan lain yang digunakan adalah: aquades, asam asetat *pro analysis*, natrium hidroksida *pro analysis* 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 kain blacu.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap kualitas gelatin kulit ikan lele. Metode yang digunakan adalah eksperimen. Menurut Arikunto (2010), eksperimen adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat (hubungan kausal) antara dua factor yang sengaja ditimbulkan dengan mengeliminasi atau mengurangi atau menyisihkan factor-faktor lain yang mengganggu. Eksperimen selalu dilakukan dengan maksud untuk melihat akibat suatu perlakuan. Ditambahkan oleh Sugioyono (2011), metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan.

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). Variabel dibedakan menjadi variabel bebas dan variabel terikat. Menurut Surachmad (1994), variabel bebas adalah variabel yang diselidiki pengaruhnya, sedangkan variabel terikat adalah variabel yang diperkirakan akan timbul sebagai pengaruh dari variabel bebas.

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas yaitu variasi suhu ekstraksi yaitu 45°C, 50°C, dan 55°C, serta variabel terikat yaitu analisa proksimat, rendemen, viskositas, kekuatan gel, titik leleh, titik 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 Sastrosuspati (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 4. Rancangan Penelitian (RAL)

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

Langkah selanjutnya yaitu membandingkan antara F hitung dengan F tabel.

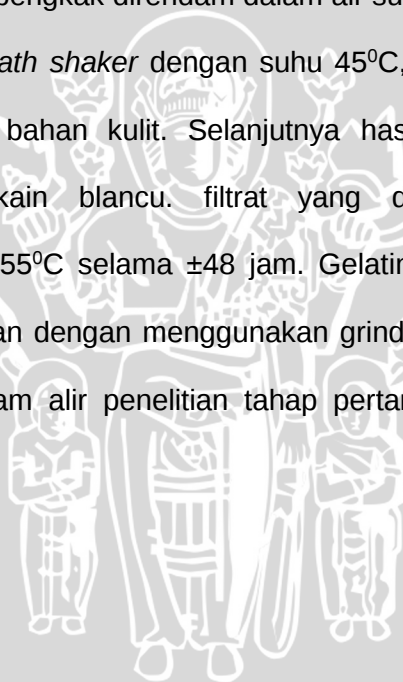
- Jika F hitung > dari F tabel 1 %. Maka perlakuan menyebabkan hasil sangat berbeda nyata.
- Jika F hitung < F tabel 5 %, maka perlakuan tidak berbeda nyata.
- Jika F tabel 5 % < F hitung < F tabel 1 %, maka perlakuan menyebabkan hasil berbeda nyata.

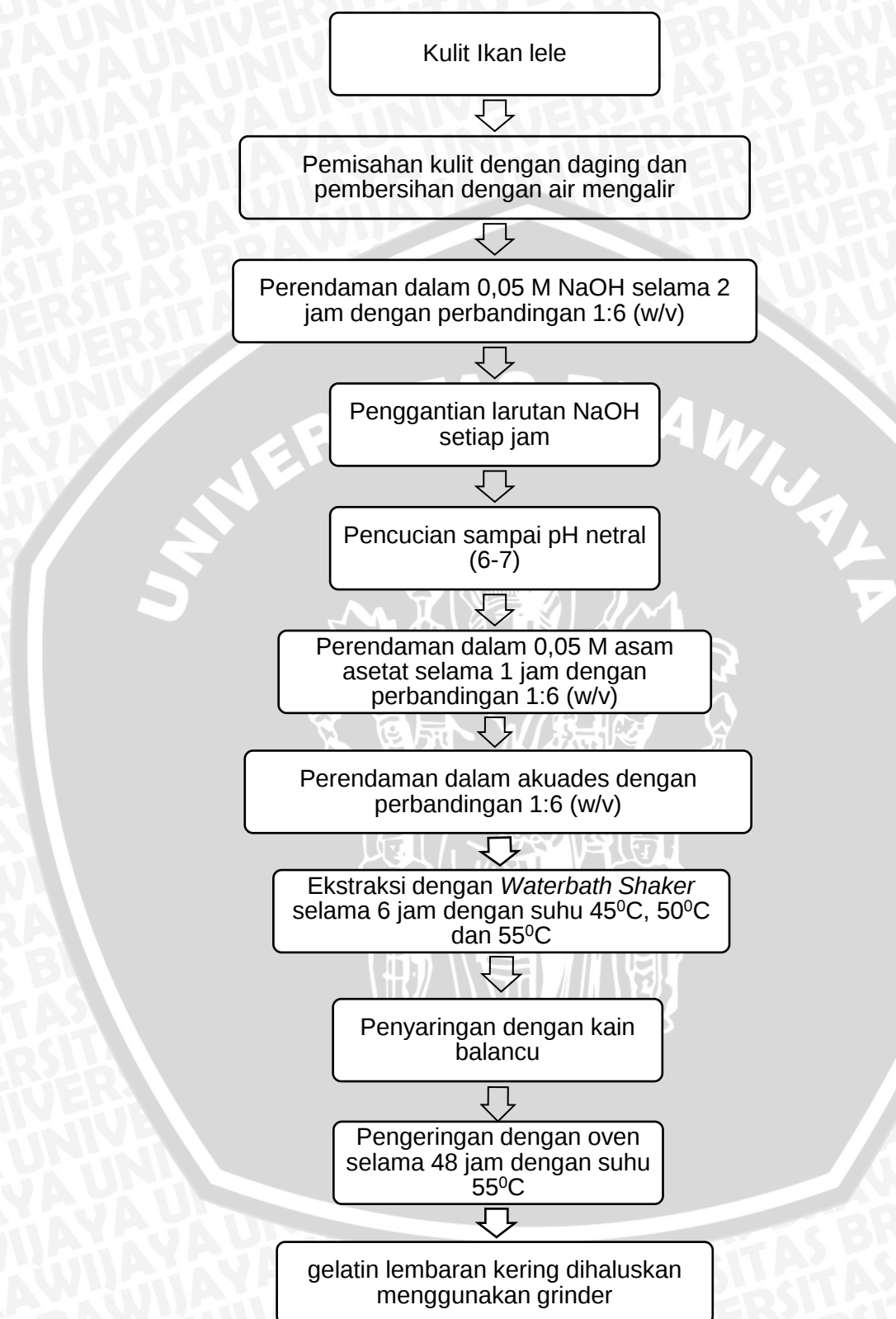
Apabila dari hasil perhitungan didapatkan perbedaan yang nyata (F hitung > F tabel 5 %) maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk menentukan yang terbaik.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan gelatin dari kulit ikan lele meliputi proses kulit segar dan kulit disimpan dalam es seperti yang dijelaskan oleh Sae-law dan Soottawat (2015) dengan beberapa modifikasi. Untuk menghapus protein non-kolagen, kulit

direndam dalam 0,05 M NaOH dengan rasio kulit / solusi 1:6 (w/v) campuran dan diaduk selama 2 jam pada suhu kamar ($\pm 26-28^{\circ}\text{C}$), Larutan alkali diganti setiap jam. Proses perendaman larutan NaOH mengakibatkan terjadinya swelling yang dapat membuang material yang tidak diinginkan (lemak & protein non-kolagen). Kulit yang sudah basa kemudian dicuci dengan air mengalir sampai pH netral yaitu 6-7. Selanjutnya, kulit direndam dalam 0,05 M asam asetat dengan rasio kulit/solusi 1:6 (w/v) selama 1 jam dengan pengadukan lembut sampai kolagen membengkak kolagen dalam matriks kulit. Kulit yang diolah dengan asam yang telah diaduk menyeluruh seperti yang dijelaskan sebelumnya. Setelah pembengkakan, kulit yang bengkak direndam dalam air suling dengan rasio kulit / air 1:6 (w/v) dalam *waterbath shaker* dengan suhu 45°C , 50°C dan 55°C untuk mengekstrak gelatin dari bahan kulit. Selanjutnya hasil ekstraksi kemudian disaring menggunakan kain blacu. filtrat yang dihasilkan dikeringkan menggunakan oven suhu 55°C selama ± 48 jam. Gelatin lembaran yang telah kering, kemudian dihaluskan dengan menggunakan grinder untuk mendapatkan gelatin fase bubuk. Diagram alir penelitian tahap pertama dapat dilihat pada Gambar 7.





Gambar 5. Diagram Alir Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Lele (* Modifikasi dari Sae-law dan Soottawat (2015))

Setelah lembaran gelatin diperoleh kemudian dilakukan analisis diantaranya, yaitu analisis poksimat, rendemen, pH, viskositas, dan kekuatan gel. Gelatin tersebut kemudian dilakukan uji perbandingan dengan gelatin komersial (gelatin sapi) meliputi derajat keasaman (pH), viskositas, dan kekuatan gel dari gelatin tersebut.

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 (Kinsela 1982). Sifat fisika gelatin antara lain rendemen, 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, serta analisa 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 °C selama 15 menit. Larutan dituang dalam *Standard Bloom Jars* (botol dengan diameter 58–60 mm, tinggi 85 mm), ditutup dan dидiamkan 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 dititrasi dengan HCl 0.02N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Perhitungan kadar protein menggunakan rumus :

$$\%N = \frac{(ml\ NaOH - ml\ Blanko) \times 14.007 \times N\ NaOH}{mg\ sampel} \times 100\%$$

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

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:

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{(\text{Berat labu akhir} - \text{Berat labu awa})}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

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 °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 $4000 - 500 \text{ cm}^{-1}$.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian proksimat dan sifat fisika-kimia gelatin kulit kan lele dengan suhu ekstraksi 45°C, 50°C dan 55°C ,gelatin komersial, gelatin standart berdasar SNI dan gelatin standart berdasarkan GMIA dapat dilihat pada Tabel 5.

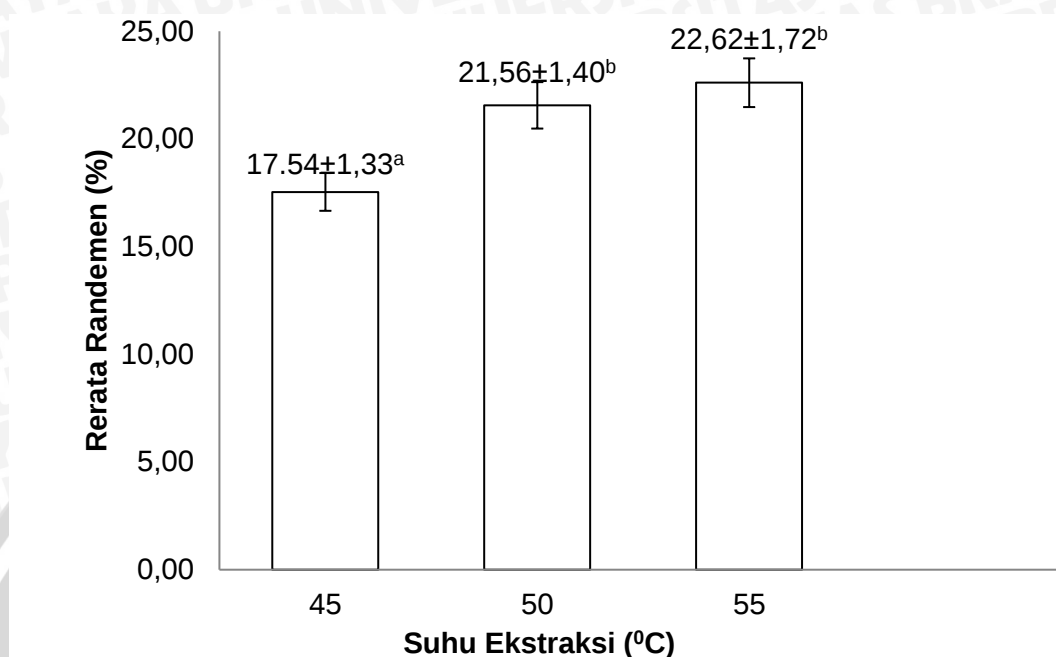
Tabel 5. Hasil Pengujian Parameter Proksimat Dan Fisika-Kimia Gelatin Kulit Ikan Lele Dengan Perlakuan Suhu, Gelatin Komersial, Dan Gelatin Standart SNI, 1995.

Parameter Proksimat dan Fisikokimia	Suhu Ekstraksi			Gelatin komersial	Gelatin Standart (SNI,1995)	Gelatin (GMIA, 2007)
	45°C	50°C	55°C			
Rendemen (%)	17,53 ^a	21,56 ^b	22,61 ^b	-	-	-
Kadar air (%)	9,36 ^a	10,74 ^b	10,02 ^{ab}	12,94	Maks. 16	-
Kadar abu (%)	1,45 ^a	1,02 ^b	0,37 ^c	1,63	Maks. 3,25	0,3
Kadar protein (%)	88,77 ^a	88,90 ^a	93,91 ^a	87,70	-	-
Kadar lemak (%)	2,82 ^a	1,89 ^b	1,46 ^c	0,23	-	-
Kekuatan gel (Bloom)	104,71 ^a	112,06 ^{ab}	119,08 ^b	318,30	-	50-300
Viskositas (cP)	12,60 ^a	18,00 ^c	15,60 ^b	9,75	-	1,5-7,5
pH	5,04 ^a	4,84 ^a	4,12 ^a	4,00	-	3,8-5,5
Titik Leleh (°C)	26 ^a	28 ^{ab}	28 ^b	29,60	-	-
Titik Gel (°C)	7 ^a	9 ^b	9 ^b	19,50	-	-

4.1 Rendemen

Salah satu parameter yang penting dalam pembuatan gelatin adalah rendemen. Rendemen dihitung berdasarkan perbandingan antara gelatin yang dihasilkan dengan berat kulit ikan lele setelah dibersihkan. Analisis sidik ragam dengan pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda pada pembuatan gelatin ikan lele terhadap

nilai rendemen pada **Lampiran 13** menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai rendemen yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Grafik Rendemen Gelatin Kulit Ikan Lele

Rendemen gelatin kulit ikan lele yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 17,54-22,62%. Nilai rendemen terendah didapat pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 17,54%. Sedangkan nilai rendemen tertinggi didapat pada perlakuan suhu ekstraksi 55°C yaitu sebesar 22,62%. Dilihat dari hasil penelitian semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka nilai rendemen yang didapat akan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi suhu maka semakin banyak struktur serabut kolagen yang terpecah dan berikatan dengan air sehingga gelatin yang dihasilkan 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 yang kurang optimum dan suhu yang terlalu tinggi menghasilkan kualitas gelatin juga rendah.

Berdasarkan hasil penelitian Nurimala *et al.* (2006) yang menunjukkan bahwa gelatin dapat diperoleh dengan cara denaturasi panas dari kolagen.

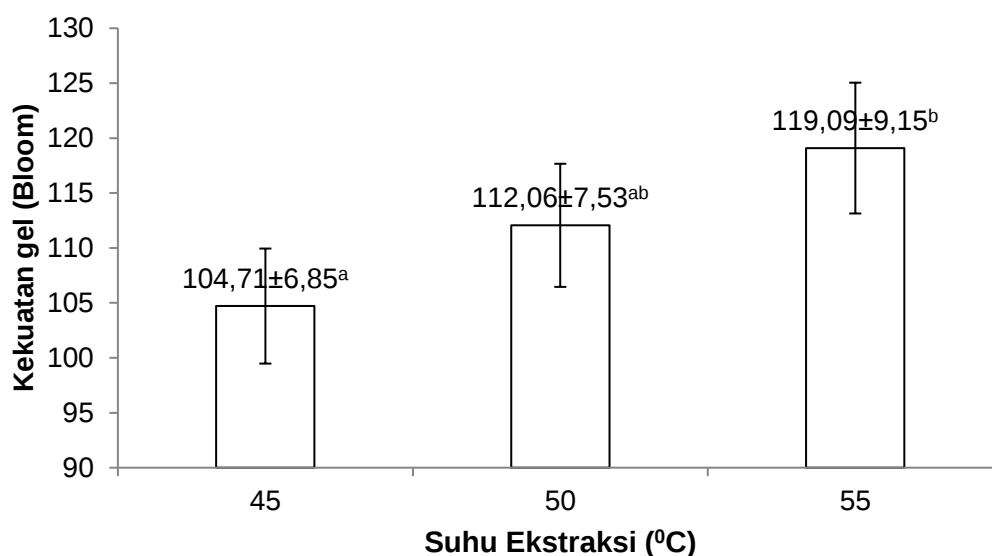
Kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam klorida, maka rendemen yang dihasilkan makin tinggi. Tingginya rendemen yang dihasilkan diduga karena pengaruh jumlah ion H^+ yang menghidrolisis kolagen dari rantai *triple heliks* menjadi rantai tunggal yaitu gelatin lebih banyak, semakin tinggi suhu ekstraksi akan menyebabkan kolagen terurai menjadi gelatin lebih banyak. Kencenderungan ini mencapai batasnya apabila ion H^+ yang berlebih disertai suhu yang tinggi mendenaturasi kolagen yang terhidrolisis.

4.2 Kekuatan Gel

Kekuatan gel gelatin didefinisikan sebagai besarnya kekuatan yang diperlukan oleh probe untuk menekan gel setinggi empat mm sampai gel pecah. Satuan untuk menunjukkan kekuatan suatu gel yang dihasilkan dari suatu konsentrasi tertentu disebut derajat bloom (Hermanianto *et al.*, 2000).

Kekuatan gel merupakan salah satu sifat fisik yang penting pada gelatin karena kekuatan gel menunjukkan kemampuan gelatin dalam pembentukan gel (Glicksman, 1969). Menurut Ward and Courts (1977) pembentukan gel terjadi karena pengembangan molekul gelatin pada waktu pemanasan. Panas akan membuka ikatan-ikatan pada molekul gelatin dan cairan yang semula bebas mengalir menjadi larutan kental. Larutan tersebut akan membentuk gel secara sempurna jika disimpan pada suhu dingin ($10\text{ }^{\circ}\text{C}$) selama ± 18 jam.

Analisis sidik ragam dengan pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda pada pembuatan gelatin ikan lele terhadap nilai kekuatan gel pada **Lampiran 14** menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai kekuatan gel yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Grafik Kekuatan Gel Gelatin Kulit Ikan Lele

Dari hasil penelitian didapatkan nilai kekuatan gel gelatin kulit ikan lele berkisar antara 104,71 - 119,09 bloom. Nilai kekuatan gel tersebut sesuai dengan kekuatan gel gelatin menurut GMIA (2007), yaitu antara 50-300 Bloom. Nilai kekuatan gel terendah didapat pada suhu ekstraksi 45°C yaitu dengan nilai kekuatan gel sebesar 104,71 Bloom. Sedangkan nilai kekuatan gel tertinggi didapat pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai kekuatan gel sebesar 119,09 Bloom.

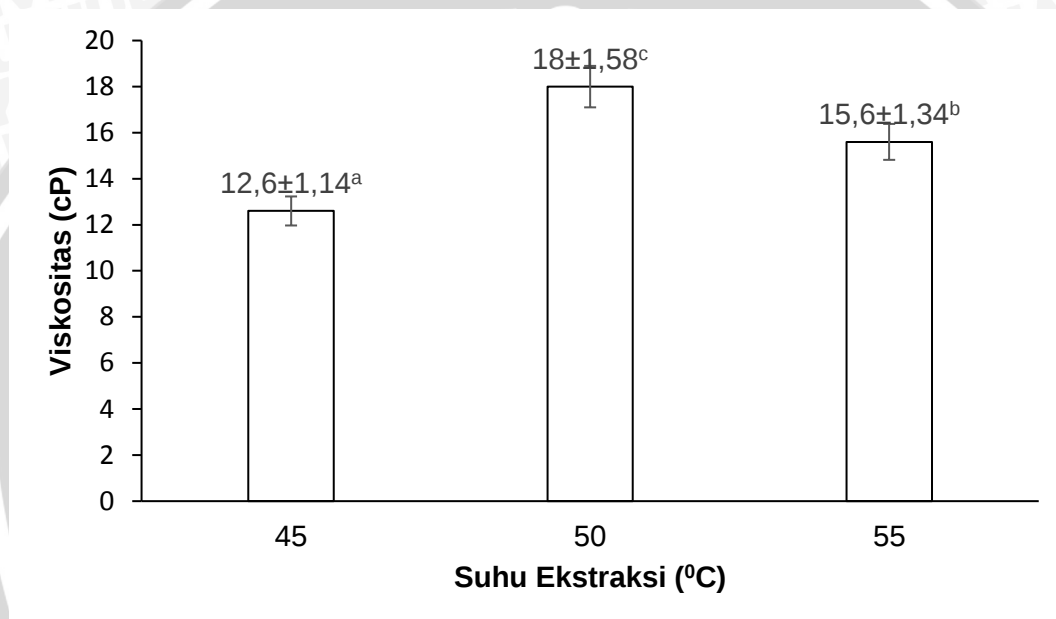
Menurut Avena-Bustillos *et al.* 2006, gelatin mamalia mempunyai kekuatan gel yang lebih tinggi daripada kekuatan gel gelatin ikan. Kekuatan gel dipengaruhi oleh asam, alkali, dan panas yang akan merusak struktur gelatin sehingga gel tidak terbentuk (Glicksman, 1969). Geltech (2000) menyatakan bahwa kekuatan gel gelatin sangat dipengaruhi oleh konsentrasi gelatin, pH, suhu, dan waktu inkubasi.

4.3 Viskositas

Viskositas merupakan sifat fisik gelatin yang penting setelah kekuatan gel, karena viskositas mempengaruhi sifat fisik lainnya seperti titik leleh, titik gel, dan stabilitas emulsi. Viskositas gelatin yang tinggi akan menghasilkan laju pelelehan dan

pembentukan gel yang lebih tinggi dibandingkan dengan gelatin yang viskositasnya rendah, dan untuk stabilitas emulsi gelatin diperlukan viskositas yang lebih tinggi (Leiner, 2002).

Analisis sidik ragam dengan pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda pada pembuatan gelatin ikan lele terhadap nilai viskositas pada **Lampiran 15** menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai viskositas yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Grafik Viskositas Gelatin Kulit Ikan Lele

Dari hasil penelitian didapatkan nilai viskositas gelatin kulit ikan lele berkisar antara 12,60 – 18,00cP. Nilai-nilai tersebut lebih tinggi dari pada viskositas gelatin menurut GMIA (2007), yaitu antara 1,5 – 7,5 cP. Nilai viskositas terendah didapat pada suhu ekstraksi 45°C yaitu dengan nilai viskositas sebesar 12,60cP. Sedangkan nilai viskositas tertinggi didapat pada suhu ekstraksi 50°C dengan nilai viskositas sebesar 18,00cP.

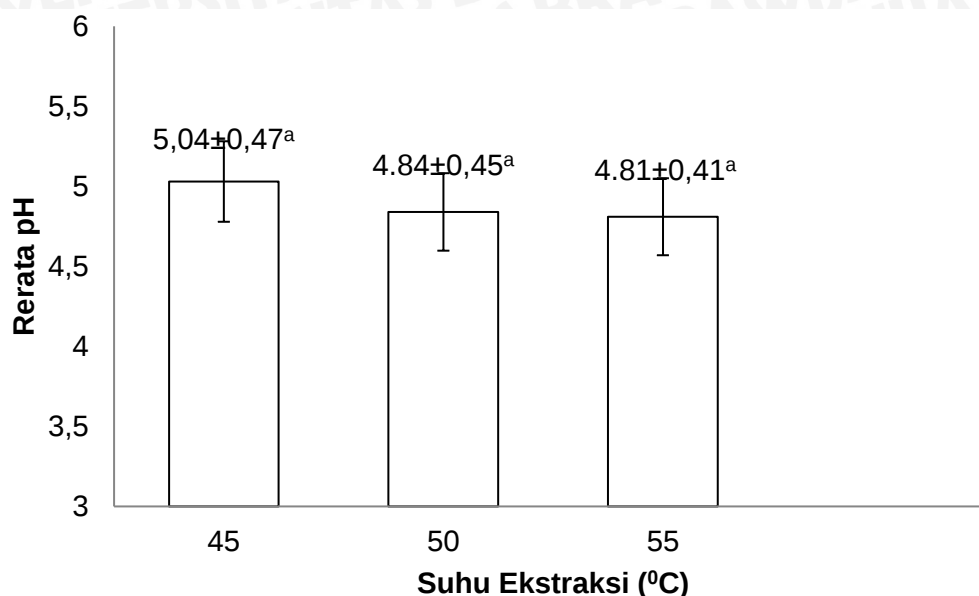
Hal ini menunjukkan bahwa kekentalan gelatin dari kulit ikan lele lebih tinggi dari kedua jenis gelatin pembanding. Dengan demikian gelatin kulit ikan lele dapat digunakan pada industri farmasi dan pembentukan film yang memerlukan

viskositas yang tinggi. Sifat viskositas yang rendah digunakan untuk pembuatan produk *confectionery* dan viskositas yang tinggi untuk penggunaan pembentukan film (Gelatin Food Science, 2002). Menurut Stainsby (1977), viskositas berhubungan dengan berat molekul rata-rata gelatin (mendekati linear). Sedangkan berat molekul rata-rata gelatin berhubungan langsung dengan panjang rantai asam aminonya. 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.

4.4 pH (Derajat Keasaman)

Nilai pH gelatin ialah derajat keasaman gelatin yang merupakan salah satu parameter penting dalam standar mutu gelatin. Pentingnya pengukuran nilai pH larutan gelatin karena nilai pH mempengaruhi sifat-sifat gelatin lainnya seperti viskositas dan kekuatan gel serta juga akan berpengaruh pada pengaplikasian gelatin dalam produk (Astawan, 2002).

Analisis sidik ragam dengan pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda pada pembuatan gelatin ikan lele terhadap nilai pH pada **Lampiran 16** menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Nilai pH yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada **Gambar 9**.

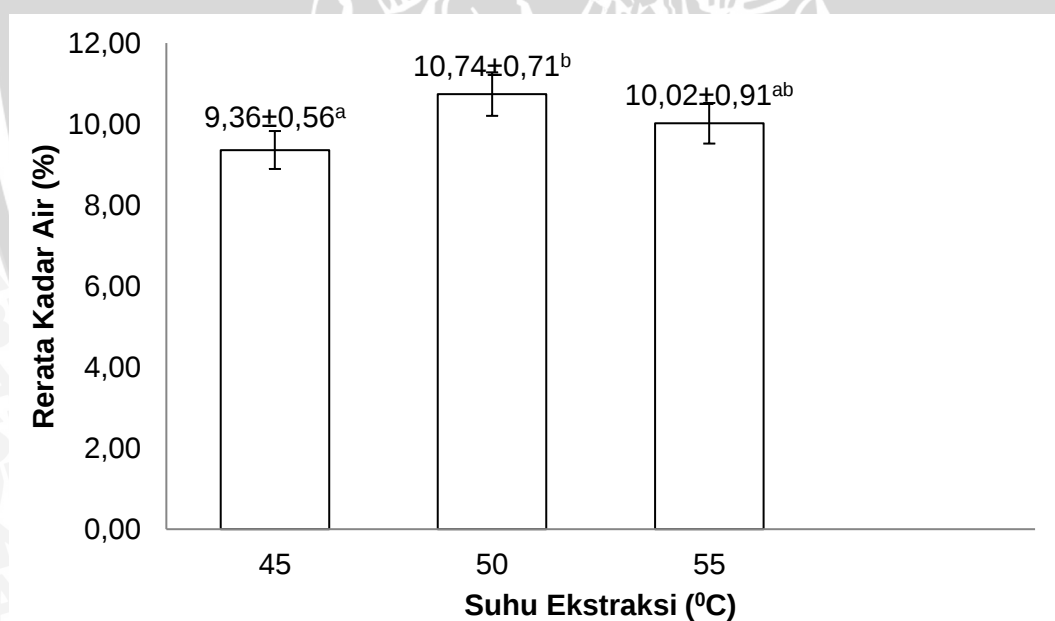


Gambar 9. Grafik pH Gelatin Kulit Ikan Lele

Dari hasil penelitian didapatkan nilai pH gelatin kulit ikan lele berkisar antara 4,81 sampai 5,04. Nilai tersebut sudah berada dikisaran pH 3,8-6,00 dan sudah sesuai standart mutu gelatin yang telah ditetapkan oleh (GMIA, 2007). Nilai pH tertinggi didapatkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 5,04, sedangkan nilai pH terendah didapatkan pada perlakuan suhu ekstraksi 55°C yaitu sebesar 4,81. Nilai pH yang rendah berkaitan dengan pengaruh pH larutan pada saat perendaman asam, pada saat proses perendaman terjadi peristiwa penggembungan (*swelling*) sehingga banyak sisa larutan asam asetat yang tidak bereaksi terserap dalam kolagen yang mengembang dan terperangkap dalam jaringan fibril sehingga pada saat proses pencucian tidak mudah larut dan pada saat proses ekstraksi tidak ikut bereaksi sehingga berpengaruh terhadap tingkat keasaman gelatin yang dihasilkan. Nilai pH sangat tergantung pada proses pencucian setelah proses perendaman asam. Proses pencucian yang baik akan menyebabkan kandungan asam yang terperangkap di dalam kulit semakin sedikit, sehingga nilai pH akan semakin mendekati netral (Hinterwaldner, 1997).

4.5 Kadar Air

Kadar air merupakan kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah dan berat kering (Syarief dan Halid, 1993). Kadar air merupakan parameter penting dari suatu produk pangan khususnya untuk produk-produk kering, menurut Winarno (1997) kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran dan daya tahan bahan tersebut. Pada penelitian Syarif dan Halid (1993) menyatakan bahwa kadar air dalam bahan pangan sangat berhubungan dengan tingkat ketahanan produk pangan terhadap kerusakan, akibat aktivitas enzim dan aktivitas kimiawi yaitu terjadinya ketengikan dan reaksi non enzimatis sehingga dapat mempengaruhi sifat organoleptik, tekstur, penampakan dan cita rasa serta nilai gizinya. Analisis sidik ragam dengan pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda pada pembuatan gelatin ikan lele terhadap nilai kadar air pada **Lampiran 17** menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai kadar air yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Grafik Kadar Air Gelatin Kulit Ikan Lele

Dari hasil penelitian didapatkan nilai kadar air gelatin kulit ikan Lele berkisar antara 9,36%-10,74%. Nilai tersebut sudah sesuai dengan standart yang di tetapkan oleh SNI (1995) yaitu nilai kadar air maksimum sebesar 16%. Nilai kadar

air terendah didapat pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 9,36%. Sedangkan nilai kadar air tertinggi didapat pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C yaitu sebesar 10,74%. Dilihat dari hasil penelitian semakin tinggi suhu ekstraksi maka nilai kadar air yg dihasilkan akan semakin tinggi. hal ini karena air yang terikat secara fisik dan air bebas dari hasil ekstraksi dengan suhu 55°C lebih banyak dibandingkan dengan gelatin yang di ekstraksi dengan suhu 45°C.

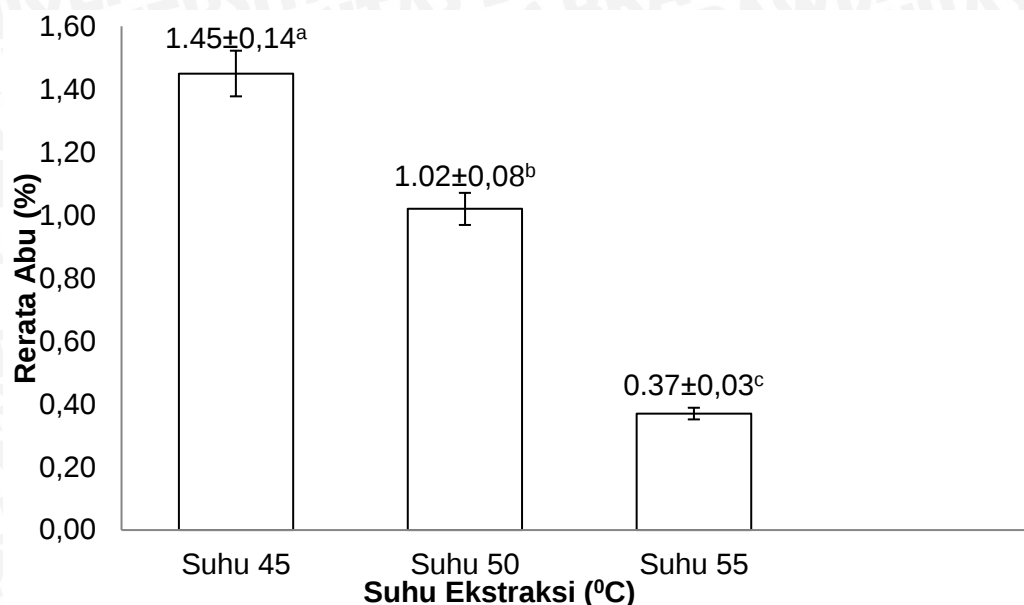
Menurut Glicksman (1993), pembentukan ikatan pada molekul gelatin akan menghasilkan gelatin terikat pada molekul air, dan air akan termobilisasi di dalam struktur jaringan protein. Ikatan-ikatan yang berperan dalam proses ini terutama ikatan hydrogen antar molekul peptide juga ikatan hydrogen yang dibentuk oleh gugus polar residu asam amino seperti sulfidril, fenol, gugus amino dan karboksil.

Naiknya kadar air juga dapat disebabkan oleh pengeringan, pada penelitian ini dilakukan pengeringan dengan oven pada suhu 55°C dengan lama pengeringan 48 jam. Menurut Winarno (1993), meningkatnya suhu pengeringan akan menurunkan kadar air pada bahan pangan.

4.6 Kadar Abu

Abu merupakan zat organik yang tidak ikut terbakar dalam proses pembakaran zat organik. Zat organik tersebut antaralain natrium, klor, fosfor, kalsium, magnesium dan belerang (Winarno, 1992). Nilai kadar abu pada suatu bahan pangan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam suatu bahan pangan (Apriyantono, 1989)

Analisis sidik ragam dengan pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda pada pembuatan gelatin ikan lele terhadap nilai kadar abu pada **Lampiran 18** menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Nilai kadar abu yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada **gambar 11**.



Gambar 11. Grafik Kadar Abu Gelatin Kulit Ikan Lele

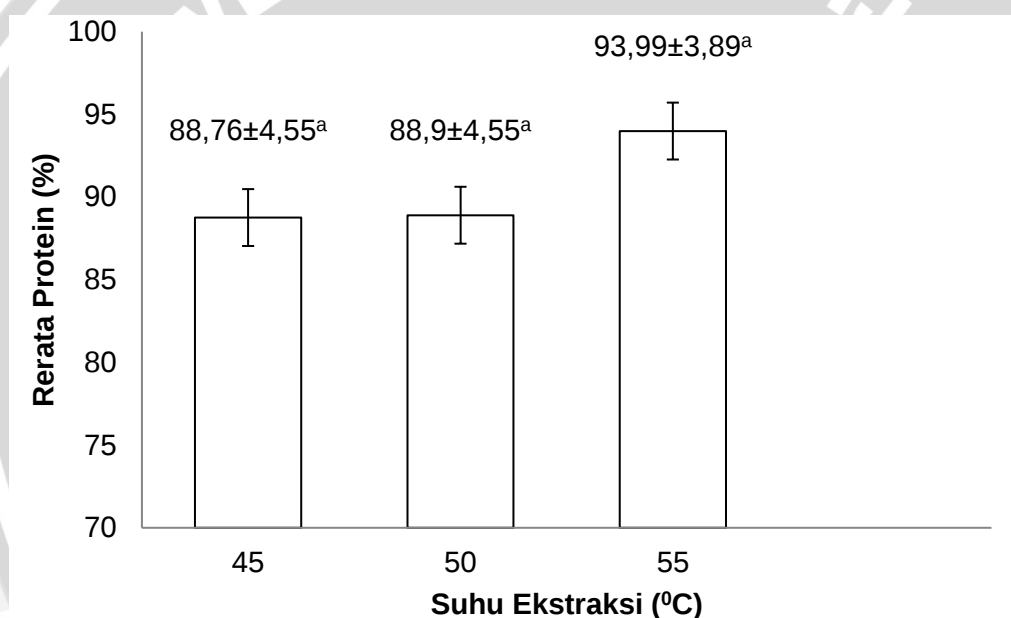
Dari hasil penelitian didapatkan nilai kadar abu gelatin kulit ikan lele berkisar antara 0,37%-1,45%. Nilai tersebut sudah sesuai standart yang ditetapkan oleh SNI (1995) yaitu nilai kadar abu maksimum sebesar 3,25%. Nilai kadar abu terendah didapat pada suhu ekstraksi 55°C yaitu sebesar 0,37%. Sedangkan nilai kadar abu tertinggi didapat pada suhu ekstraksi 45°C dengan nilai kadar abu sebesar 1,45%. Dilihat dari hasil penelitian semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka nilai kadar abu yang dihasilkan semakin rendah. Rendahnya nilai kadar abu yang dimiliki oleh gelatin kulit ikan lele diduga karena banyaknya jumlah mineral yang ikut larut dalam air pada saat proses pencucian. Besar kecilnya nilai kadar abu ditentukan oleh proses pencucian atau *demineralisasi*, semakin banyak mineral yang larut maka nilai kadar abu akan semakin rendah. Rendahnya kadar abu yang dimiliki oleh gelatin kulit ikan patin diduga karena banyaknya jumlah mineral yang ikut larut dalam proses pencucian (Setiawati, 2009).

4.7 Kadar Protein

Protein merupakan kandungan tertinggi yang terdapat pada gelatin. Gelatin sebagai salah satu jenis protein konversi yang dihasilkan melalui proses hidrolisis

kolagen dan merupakan polimer dari sekitar 21 asam amino yang berlainan dan dihubungkan dengan ikatan peptida. Protein yang terdapat dalam gelatin termasuk protein sederhana pada kelompok skleroprotein dan mempunyai kadar protein yang cukup tinggi, karena gelatin didapat dari proses proses hidrolisis atau penguraian kolagen dengan panas (Deman, 1989).

Analisis sidik ragam dengan pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda pada pembuatan gelatin ikan lele terhadap nilai kadar protein pada **Lampiran 19** menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai kadar protein yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Grafik Kadar Protein Gelatin Kulit Ikan Lele

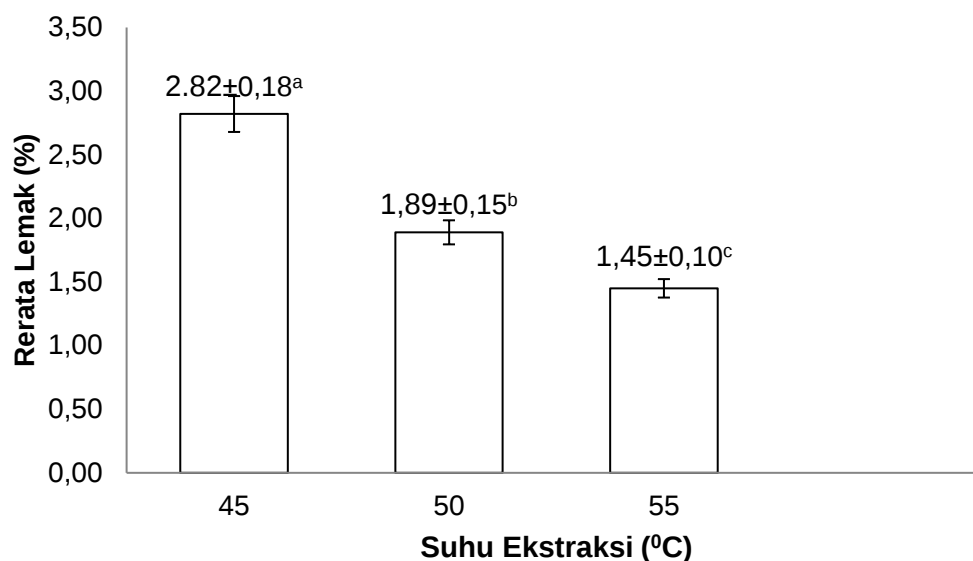
Dari hasil penelitian didapatkan nilai kadar protein gelatin kulit ikan lele berkisar antara 88,76%-93,99%. Nilai kadar protein terendah didapat pada suhu ekstraksi 45°C yaitu dengan nilai kadar protein sebesar 88,76%. Sedangkan nilai kadar protein tertinggi didapat pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai kadar protein sebesar 93,99%. Dilihat dari hasil penelitian semakin tinggi suhu ekstraksi maka nilai kadar protein yang akan dihasilkan semakin tinggi.

Kadar protein yang terdapat pada gelatin dipengaruhi oleh proses perendaman kulit. Proses perendaman mengakibatkan terjadinya reaksi pemutusan ikatan hydrogen dan pembukaan struktur kolagen yang terjadi secara optimum sehingga jumlah protein yang terekstrak menjadi banyak. Tingginya kadar protein yang terdapat dalam gelatin kulit ikan lele menunjukkan bahwa gelatin tersebut memiliki mutu yang baik. Menurut Keenan (1994) berdasarkan berat keringnya gelatin terdiri dari 98-99 % protein.

4.8 Kadar Lemak

Analisis kadar lemak bertujuan untuk mengetahui kemungkinan daya simpan gelatin, karena lemak sangat berpengaruh pada perubahan mutu selama penyimpanan. Lemak berhubungan dengan mutu bahan pangan dimana kerusakan lemak dapat menurunkan nilai gizi serta menyebabkan penyimpangan rasa dan bau (Winarno, 1997). Gelatin yang bermutu baik diharapkan memiliki kandungan lemak yang rendah atau bahkan diharapkan tidak mengandung lemak. Jobling (1983) menyatakan bahwa kadar lemak yang tidak lebih dari batas 5% merupakan salah satu persyaratan mutu gelatin yang baik.

Analisis sidik ragam dengan pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda pada pembuatan gelatin ikan lele terhadap nilai kadar lemak pada **Lampiran 20** menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai kadar lemak yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada **Gambar 13**.



Gambar 13. Grafik Kadar Lemak Gelatin Kulit Ikan Lele

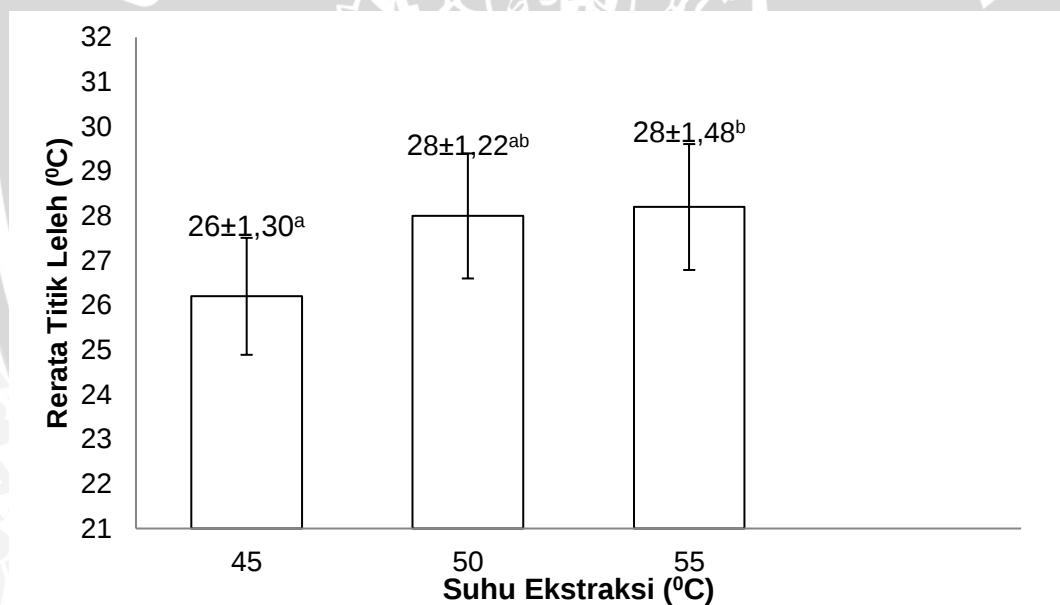
Dari hasil penelitian didapatkan nilai kadar lemak gelatin kulit ikan lele berkisar antara 1,45%-2,82%. Nilai kadar lemak terendah didapat pada suhu ekstraksi 55°C yaitu dengan nilai kadar lemak sebesar 1,45%. Sedangkan nilai kadar lemak tertinggi didapat pada suhu ekstraksi 45°C dengan nilai kadar lemak sebesar 2,82%. Dilihat dari hasil penelitian semakin tinggi suhu ekstraksi maka nilai kadar lemak yang akan dihasilkan semakin rendah. Kadar lemak gelatin kulit ikan lele yang rendah ini memungkinkan untuk menyimpan gelatin dalam waktu yang cukup lama tanpa menimbulkan perubahan mutu dan bau yang berarti.

Kadar lemak pada gelatin sangat bergantung pada perlakuan (*treatment*) selama proses pembuatan gelatin baik pada tahap pembersihan kulit (*degreasing*) hingga pada tahap penyaringan filtrat hasil ekstraksi, 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). Faktor lain yang dapat mempengaruhi kadar lemak pada gelatin yaitu pada proses perendaman NaOH, Natrium hidroksida mampu mengikis lemak yang ada pada kulit ikan, hal ini dikarenakan natrium hidroksida yang dilarutkan dalam air akan mempunyai sifat panas yang dapat mengikis lemak. Menurut Tazwir (2009), soda api yang dalam

ilmu kimia disebut NaOH (Natrium hidroksida) merupakan sejenis basa logam kuat.

4.9 Titik Leleh

Titik leleh merupakan suhu dimana gelatin yang sudah dalam bentuk gel akan mencair saat dipanaskan secara perlahan (Beaker *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 (*gelling point*). Pada analisis sidik ragam dengan pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda pada pembuatan gelatin ikan lele terhadap nilai titik leleh pada **Lampiran 21** menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai titik leleh yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada **Gambar 14**.



Gambar 14. Grafik Titik Leleh Gelatin Kulit Ikan Lele

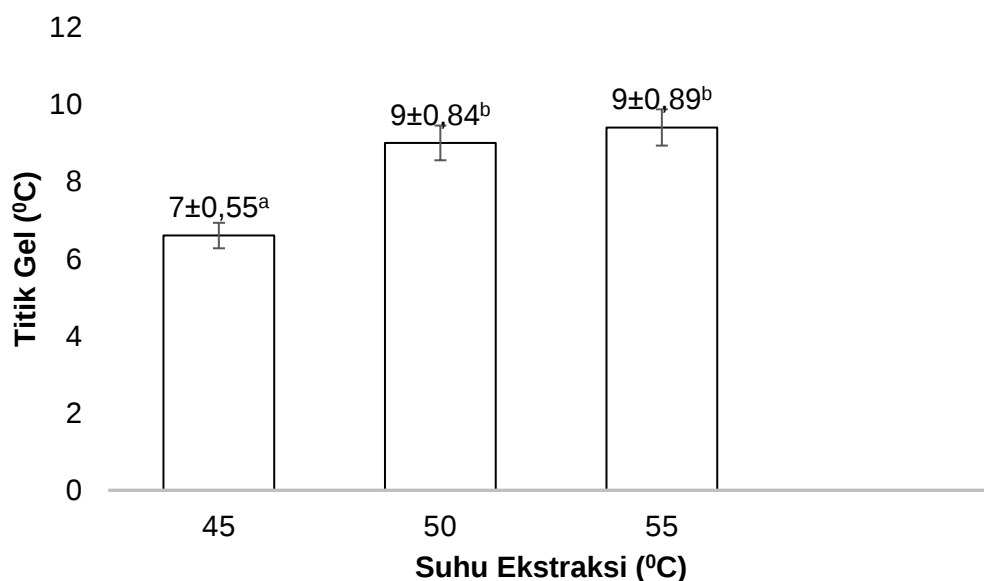
Dari hasil penelitian didapatkan nilai titik leleh gelatin kulit ikan lele berkisar antara 26°C sampai 28°C. nilai tersebut sesuai dengan titik leleh gelatin menurut Shelby (1996), yaitu berkisar antara 24-33°C. Nilai titik leleh tertinggi didapatkan pada suhu ekstraksi 50°C dan 55°C yaitu sebesar 28°C. Sedangkan nilai titik leleh terendah didapatkan pada suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 26°C. Rendahnya

titik leleh disebabkan rendahnya kandungan asam amino prolin dan hidroksiprolin di dalam gelatin mengakibatkan sedikitnya ikatan hydrogen dari gelatin terhadap air dalam larutan (Choi dan Regenstien, 2000). Selain itu titik leleh sangat dipengaruhi oleh konsentrasi gelatin dalam larutan, pH dan besarnya molekul gelatin (Stainsby, 1977) Nilai titik leleh gelatin sangat dipengaruhi juga oleh komposisi asam amino dan distribusi berat molekul gelatin (Duan, 2011).

Semakin tinggi suhu ekstraksi maka nilai titik leleh gelatin kulit ikan lele semakin menurun. Hal ini diduga suhu yang tinggi akan menyebabkan hidrolisis protein akan memutuskan ikatan rantai asam amino sehingga akan melemahkan kemampuan protein mengikat air. Faktor lain yang mempengaruhi titik leleh menurut Astawan (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.

4.10 Titik Gel

Titik gel merupakan suhu dimana gelatin dalam konsentrasi tertentu mulai dapat membentuk gel. Pengukuran titik gel dilakukan dengan menggunakan konsentrasi 6,67% b/v. Pada analisis sidik ragam dengan pengaruh suhu ekstraksi yang berbeda pada pembuatan gelatin ikan lele terhadap nilai titik gel pada **Lampiran 22** menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai titik gel yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada **Gambar 15**.



Gambar 15. Grafik Titik Gel Gelatin Kulit Ikan Lele

Dari hasil penelitian didapatkan suhu titik gel gelatin kulit ikan lele berkisar antara 7°C sampai 9°C. nilai tersebut sesuai dengan nilai titik gel menurut Food Chemical Codex (1996) yang menyatakan bahwa gelatin yang diekstrak dari ikan memiliki nilai titik gel pada kisaran 5-10°C. Suhu titik gel tertinggi didapatkan pada suhu ekstraksi 50 dan 55°C yaitu sebesar 9°C. Sedangkan suhu titik gel terendah didapatkan pada suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 7°C. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa suhu titik gel berbanding lurus dengan suhu titik leleh, jika titik gelnya rendah maka titik lelehnya juga rendah, demikian pula sebaliknya.

Titik gel gelatin hasil penelitian meningkat diduga disebabkan oleh meningkatnya kadar protein seiring dengan bertambahnya suhu ekstraksi sebagai perlakuan. Kadar protein pada gelatin menentukan jumlah kandungan asam amino hidroksiprolin dalam gelatin. Berdasarkan Amirudin (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

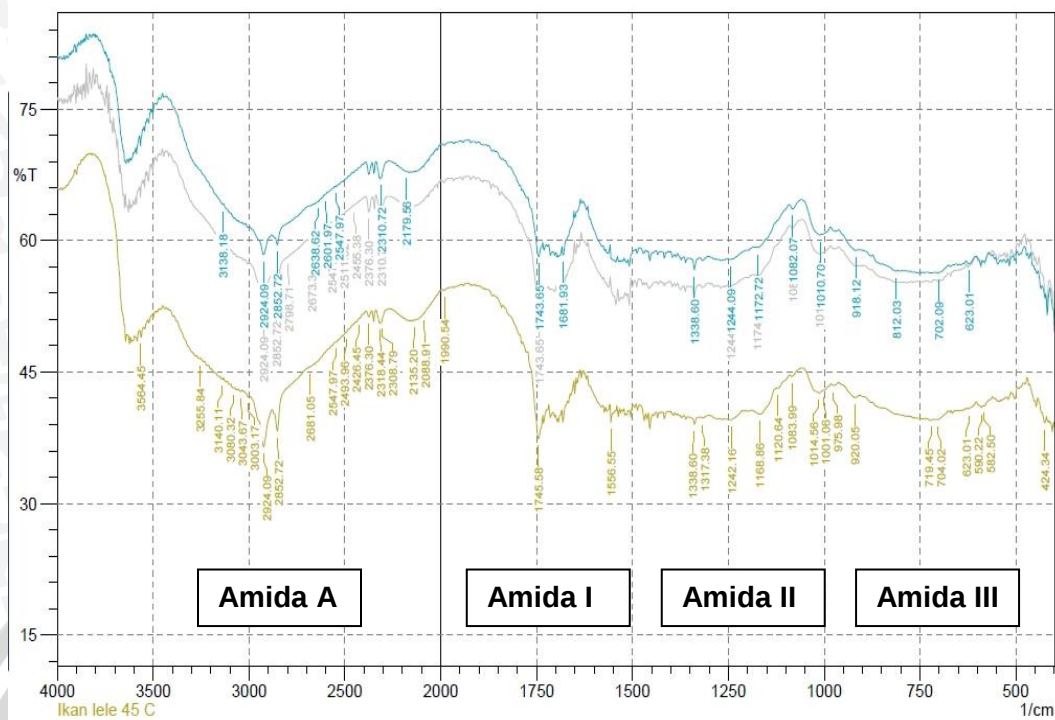
hidrogen dalam gelatin sedikit. Berdasarkan Fatimah (2008), bahwa konsentrasi protein yang tinggi mengandung hidroksiprolin yang tinggi. Jumlah hidroksiprolin yang terdapat dalam gelatin serta berbanding lurus dengan banyaknya ikatan hidrogen yang kemungkinan bisa terbentuk ketika gelatin terdispersi dalam air.

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)

4.11 Analisa FTIR

Analisa FTIR digunakan untuk analisis gugus fungsi penyusun dari gelatin kulit ikan Lele. Untuk membuktikan bahwa hasil penelitian ini adalah gelatin maka dilakukan karakterisasi serapan gugus fungsi gelatin dengan cara analisa FTIR. Pada setiap gugus fungsi yang berbeda, seperti O-H, C-H, atau C=C, menyerap dalam range atau frekuensi yang sempit, sehingga gugus fungsi dalam molekul dapat diidentifikasi melalui adanya pita serapan dalam range tertentu pada spectrum inframerah. Hasil spektra gelatin kulit ikan lele dapat dilihat pada gambar 16.



*Ikan lele 45°C, *Ikan lele 50°C, *Ikan lele 55°C

Gambar 16. Spektra FTIR Gelatin Kulit Ikan Lele

Tabel 6. Posisi Puncak dan Gugus Fungsi Spektra FTIR Gelatin Kulit Ikan Lele

Daerah serapan	Puncak Serapan (cm ⁻¹)				Keterangan	Referensi
	45°C	50°C	55°C	Refrensi		
Amida A	3564,45 3255,84 3140,11 3003,32		3138,18	3650- 3580 3600- 2300	NH NH <i>stretching</i> dari gugus amida yang berasosiasi dengan ikatan hidrogen, gugus OH	Sai (2001) Muyonga et al., (2004)
	2924,09 2852,72	2924,09 2852,72	2924,09 2852,72		CH ₂ <i>stretching</i> simetris/ C-H alkana/ aldehyde CH ₂ <i>stretching</i> asimetris /C-H alkana/ aldehyde	
Amida I	1745.58 1556.55	1743,65	1743,65 1681,93	1700- 1600	Regangan C=O ; guguh OH berpasangan dengan COO ⁻	Muyonga et al., (2004)
Amida II	1556,55 1338,60	-	1338,60	1560- 1335	NH bending berpasangan dengan regangan CN CH ₂ bending	Muyonga et al., (2004)
Amida III	1242,16 1168,86 1120,64 920,05 719,45	1244,09 1174,65 1082,07 1012,63	1244,09 1172,72 1082,07 1010,70 918,12 702,09	1240-670	NH bending C – O	Hasim et al. (2009)

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 gelatin. Pada kurva serapan amida A, perlakuan suhu 55°C menunjukkan serapan melebar pada ν 3138,18 cm^{-1} sedangkan pada suhu 45°C menunjukkan serapan yang lebih lebar yaitu pada ν 3564,45 cm^{-1} . Puncak serapan ini disebabkan oleh adanya ikatan renggangan N-H dari gugus amida yang berasosiasi dengan ikatan hidrogen, dan adanya gugus OH. Apabila gugus NH dari suatu peptida terlibat dalam ikatan hidrogen, maka posisinya akan bergeser ke bilangan gelombang atau frekuensi yang lebih rendah dan terdapatnya kemungkinan pertindihan ikatan NH dengan gugus OH pada daerah tersebut, yang menyebabkan terjadinya serapan dengan puncak yang melebar (Puspawati *et al.*, 2012). Kebanyakan puncak N-H bebas yang diserap mempunyai bentuk sempit dan tajam pada ν 3650-3580 cm^{-1} . Daerah serapan amida A ditunjukkan pada ν 3580-3650 cm^{-1} merupakan daerah serapan gugus OH dan regangan NH (Sai, 2001) serta regangan CH₂ pada 2930 cm^{-1} .

Bagian amida A yang kedua adalah serapan di sekitar 2930 - 2300 cm^{-1} . Pada kurva terlihat bahwa suhu 45, 50, dan 55 menunjukkan serapan pada 2924,09; 2924,09; dan 2924,09 cm^{-1} . Menurut Kemp (1987), puncak ini menunjukkan bahwa gugus NH dalam amida akan cenderung berikatan dengan regangan CH₂ apabila gugus karboksilat dalam keadaan stabil. Dengan demikian gelatin yang diekstraksi suhu 50° dan 55 yang diuji telah terbukti memiliki gugus OH, regangan NH, dan regangan CH₂. Sedangkan gelatin yang diekstraksi pada suhu 45° tidak terdeteksi adanya reganyagn NH.

Pada gugus gelatin selanjutnya adalah Amida I. Puncak serapan pada frekuensi antara 1600 dan 1700 cm^{-1} adalah yang paling berguna untuk analisis spektroskopi inframerah dari struktur sekunder protein yang disebut sebagai kurva serapan Amida I (Surewicz & Mantsch, 1988). Adanya regangan ikatan ganda gugus

karbonil, C=O, bending ikatan NH, dan regangan CN menyebabkan timbulnya puncak serapan pada frekuensi 1656-1644 cm^{-1} (Muyonga *et al.*, 2004). Daerah inilah yang disebut dengan daerah serapan amida I yang menunjukkan adanya regangan C=O. Pada kurva terlihat bahwa gelatin yang terekstrak pada suhu 45, 50 dan 55°C menunjukkan serapan pada 1745,58 - 1556,55 cm^{-1} ; 1743,65 cm^{-1} ; dan 1743,65 – 1681,93 cm^{-1} . Daerah serapan 1660 cm^{-1} –1650 cm^{-1} dikenal dengan daerah serapan rantai α -helix yang menunjukkan serapan gugus amida I (Jackson, *et al.*, 1995). Maka dengan ini dapat disimpulkan bahwa gelatin yang diekstrak menggunakan suhu 45°C, 50°C dan 55°C memiliki daerah serapan amida I atau dengan kata lain mengandung rantai- α helik yang mana rantai ini merupakan struktur gelatin.

Daerah serapan amida II adalah puncak serapan pada 1560-1335 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 . Sedangkan menurut Hashim *et al.* (2009), struktur α -helik pada amida II ditunjukkan pada $\nu = 1550$ -1540 cm^{-1} . Pada kurva terlihat bahwa gelatin yang diekstraksi dengan suhu 45°C dan 55°C menunjukkan serapan pada 1556,55 cm^{-1} dan 1338,60 cm^{-1} . Hal ini membuktikan adanya deformasi ikatan N-H pada gelatin tersebut menghasilkan rantai- α . Sedangkan gelatin yang diekstraksi suhu 50°C tidak teridentifikasi adanya puncak serapan di daerah Amida II.

Daerah serapan spesifik dari gelatin yang terakhir adalah amida III. Puncak serapannya adalah 1240-670 cm^{-1} dan berhubungan dengan struktur *triple-helix* (kolagen) (Hashim *et al.*, 2009). Pada kurva terlihat bahwa gelatin yang diekstraksi dengan suhu 45°, 50°, dan 55°C masih mengandung struktur *triple-helix*, ditunjukkan oleh puncak serapan 1242,16 – 719,45; 1244,09 – 1012,63; dan 1244,09 – 702,09 cm^{-1} . Hal ini berarti masih ada sebagian kecil struktur kolagen

yang masih belum terkonversi menjadi gelatin dan lolos saat dilakukan penyaringan ekstrak gelatin.

Keseluruhan dari kurva spektra FTIR untuk gelatin kulit ikan lele diekstraksi dengan suhu 45° , 50° , dan 55° C memiliki intensitas dari amida A sampai amida II yang semakin besar. Puncak-puncak pada amida III hampir tak terlihat. Hal ini sudah sesuai dengan teori bahwa kolagen telah berhasil didenaturasi menjadi gelatin. Berdasarkan analisis FTIR, gelatin kulit ikan lele diekstraksi dengan suhu 45°C adalah yang paling menonjol serapan gugus fungsi khas gelatin dengan memiliki daerah serapan yang lengkap.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kulit ikan lele dapat dijadikan gelatin karena didalamnya terdapat protein kolagen yang dapat dihidrolisis menjadi gelatin. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan gelatin terbaik yaitu pada perlakuan dengan suhu ekstraksi 55°C. Dengan nilai rendemen gelatin terbaik terdapat pada suhu ekstraksi 55°C sebesar 22,61%. Pada nilai kadar abu terbaik pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai 0,37%. Pada nilai kadar protein terbaik pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai 93,91%. Pada nilai kadar lemak terbaik pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai 1,46%. Pada nilai kekuatan gel terbaik pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai 119,08 bloom. Pada nilai viskositas terbaik yaitu pada suhu ekstraksi 55°C dengan nilai 15,60cP. Pada nilai titik leleh dan titik gel nilai terbaik terdapat pada suhu ekstraksi 55°C.. Sehingga gelatin yang di ekstraksi menggunakan suhu 55°C memiliki kualitas yang cukup baik dan telah telah memenuhi standart yang di tetapkan oleh SNI 1995 dan GMIA 2012.

5.2 Saran

Perlu dilakukan uji lanjut dengan uji asam amino untuk mengetahui kandungan asam amino yang ada dalam gelatin kulit ikan lele serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaplikasian gelatin kulit ikan lele pada produk pangan, seperti pada produk jelly. Serta pada produk non pangan seperti pada industri farmasi, fotografi dan kosmetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruldin, M. 2007. Pembuatan Gelatin Dan Analisis Karakteristik Gelatin Dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Albacares*). **Skripsi**. Fakultas Teknologi Pertanian. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Apriyanto, A. 1989. **Analisis Pangan**. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi.
- Arikunto, S. 2006. **Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik**. Jakarta: Rineka Cipta. 118 hlm.
- Arikunto, S. 2010. **Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik**. (Edisi Revisi). Jakarta : Rineka Cipta. 270 hlm.
- Association of Official Agricultural Chemist (AOAC). 1995. **Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist**. Inc. Washington, DC.
- Astawan M, dan T. Aviana. 2003. Pengaruh Jenis Larutan Perendaman Serta Metode Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, Dan Fungsional Gelatin Dari Kulit Cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. **14**(1): 7-12.
- Avena-Butillos, R.J, C.W Olsen, D.A. Olson, B. Chiou, E. Yee, P.J. Bechtel, and L.H. McHugh. 2006. Water Vapor Permeability Of Mammalian And Fish Gelatin Film. *Jurnal of Food Science*. **71**(4): 1-8.
- Azwar, S. 2007. **Sikap Manusia Teori dan Pengukurannya**. Yogyakarta : Pustaka Pelajar. 158 hlm.
- Badan Statistik Perikanan Tangkap. 2014. Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. www.Dkp.prof.babel.go.id
- Bae, S. H. 2007. The Relationship Between ISO 9000 Participation and Educational Uotcomes of Schools. *Quality Assurance in Education*. **15**(3) : 251-267.
- Baker, R.C, P.W. Hahn, and K.R. Robbins 1994. **Fundamentals of New Food Product Development**. New York: Ersevier Science B.V. 245 hlm.
- Balian, G., and J.H. Bowes. 1977. **The Structure and Properties of Collagen**. New York: Academic Press. 156 hlm
- Bennion, M. 1980. **The Science of Food**. New York: John Wiley and Sons. 134 hlm.
- British Standard 757. 1975. **Sampling and Testing of Gelatin**. New York: Academic Press. 45 hlm.

- Buchheim, M.A., Sutherland, D.M., Buchheim, J.A., Wolf, M. 2013. The Blood Alga: Phylogeny of *Haematococcus* (Chlorophyceae) inferred from ribosomal RNA Gene Sequence data. *Eur. J. Phycol.* **48**: 318-329.
- Choi, S.S., and, J.M. Regenstein. 2000. Physicochemical and Sensory Characteristic of Fish Gelatin. *J. Food Sci.* **65**(2): 194-199.
- Committee on Food Chemicals Codex. 1996. Institute of Medicine, National Academy of Sciences 4th ed. National academy Press. Washington, D. C.
- Damanik, A. 2005, Gelatin Halal Gelatin Haram. Jurnal Halal LP POM MUI. No. 36 Maret 2001, Jakarta.
- Damodaran, S. and A. Paraf. 1997. **Food Proteins and Their Applications**. New York: Marcel Dekker Inc. 108 hlm.
- Deman, J.M. 1989. Kimia Makanan. Edisi Kedua. Terjemahan dari: **Principle of Food Chemistry**. Bandung: Institut Teknologi Bandung. 224 hlm
- Domb, A. J., J. Kost, and D. M. Wiseman. 1997. **Handbook of Biodegradable Polymers**. Netherlands: Harwood.
- Duan, R., J. Zhang, F. Xing, K. Konno and B. Xu. 2011. Study On The Properties Of Gelatins From Skin Of Carp (*Cyprinus Carpio*) Caught In Winter And Summer Season. *J. Food Hydrocolloids*. **25**: 386-373.
- Dudley, H., Williams, Ian Fleming, 1973, **Spectroscopic Methods in Organic Chemistry**. Second edition, Mc Graw Hill Book Company Limited, London.
- Fatimah, D. 2008. Efektivitas Penggunaan Asam Sitrat Dalam Pembuatan Gelatin Tulang Ikan Bandeng (*Chanos-Chanos Forskal*) (Kajian Variasi Konsentrasi Dan Lama Perendaman). **Skripsi**. Fakultas Sains dan Teknologi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Fennema. 1996. **Food Chemistry**. 3th Edition. New York: Marcel Dekker, Inc. 221 hlm.
- Ferazuma, H., S. Marliyati, dan L. Amalia 2011. Substitusi Tepung Kepala Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* sp) untuk Meningkatkan Kandungan Kalsium Crackers. *Jurnal Gizi dan Pangan*. **6**(1) : 18-26.
- Gelatin Food Science. 2002. Gelatin. <http://www.gelatin.co.za/gltn1.html>, diakses pada 18 Januari 2016..
- Gelatin Manufactures Institute of America (GMIA). 2007. Raw Materials and Production. Gelatin Manufactures Institute of America. <http://www.gelatin gmia.com/html/rawmaterials.html>, diakses pada 18 Januari 2016.
- Geltech. 2002. What is Gelatin. <http://www.Geltech.co.za/gltn1.html>, diakses pada 18 Januari 2016.

- Glicksman, M. 1969. **Gum Technology in Food Industry**. New York: Academic Press. 167 hlm
- Hadiwiyoto, S. 1993. **Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan**. Yogyakarta. : Penerbit Liberty. 187 hlm.
- Hashim, D.M., Y.B. Che-Man, R. Norakasha, M. Shuhaimi, Y. Salmah, and Z. A. Syaharia. 2009. Potential Use of Fourier Transform Infra-red Spectroscopy for Differentiation of Bovine and Porcine Gelatins. *Food Chemistry*.**118**: 856-860.
- Hermanianto J, B., Setiwaharja, dan A. Apriyantono. 2000. Teknologi dan Manajemen Pangan Halal. Bogor: Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hinterwaldner R. 1977. Raw material. Di dalam: Ward AG dan Courts A, editor. **The Science and Technology of Gelatin**. New York: Academic Press. 198 hlm.
- Jackson, M., Choo, L.P., Watson, P.H., Halliday, W.C., dan Manish, H.H., (1995), " Beware of Connective Tissue Proteins: Assignmet and Implication of Collagen Absorptions in Infrared Spectra of Human Tissue", *Biochima et Biophysica Acta*, 1270 ;1-6.
- Jobling, A., and C.A. Jobling. 1983. Conversation Of Bone To Edible Product. In : Upgrading Waste For Feed And Food, Eds. D.A. Ledwar, A.J. Taylor and R.A. Lawrie. Butterworths, London.
- Johns, P., and A. Courts. 1977. **Relationship Between Collagen And Gelatin**. Science and Technology of Gelatin. New York: Academic Press.
- Karim, A. A, and R. Bhat. 2009. Fish Gelatin: Properties, Challenges, And Prospects As An Alternative To Mammalian Gelatins. *The Journal of Food Hydrocolloid*. **23**: 563-576.
- Keenan, T.R. 1994. Gelatin. In: Kroschwitz J. (ed.) *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. Wiley, New York. **12**: 406-416.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2012. Perancangan Agro Minapolitan di Kabupaten Boyolali. Naskah. Jakarta.
- Kemp, W. 1987. **Organic Spectroscopy**. 2nd ed., MacMillan Education, Hampshire. 154 hlm.
- Kinsella. 1982. Sifat fungsional protein. Di dalam: Padmawinata K, penerjemah; deMan JM, editor. *Kimia Makanan*. Edisi kedua. Bandung: ITB. Terjemahan dari: Principle of Food Chemisrty.
- 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.

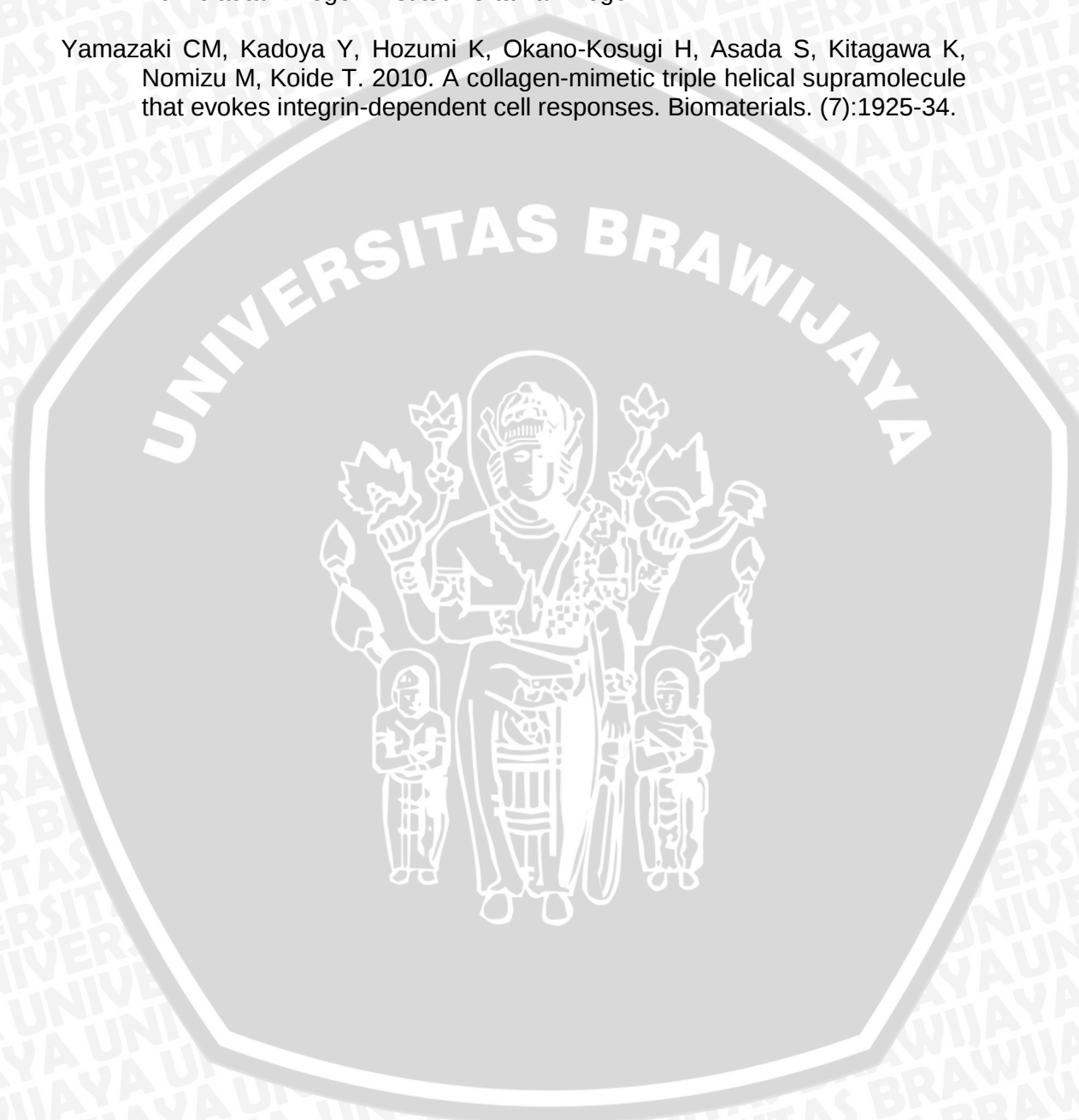
- Lagler, K. F., J. E. Bardach., R. R. Miller., and D. R. M. Passino. 1977. **Ichtiology**. John Wiley & Sons, Inc. United State of America.
- Lehninger, A. L. 1982. **Dasar-dasar Biokimia, Jilid I. Terjemahan Principle of Biochemistry**. Jakarta: Erlangga. 177 hlm.
- Leiner PB. 2002. The Physical and Chemical Properties of Gelatin. <http://www.pbgelatin.com>, diakses pada 18 Januari 2016.
- Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-Obatan, dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia, Panduan umum Sistem Jaminan Halal LP POM MUI, 2008.
- Mayangsari, E. 2013. Pembuatan Ekstrak Gelatin dari Tulang Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commerson*) Melalui Proses Hidrolisis dengan Larutan Basa. **Skripsi**. Fakultas Farmasi dan Sains. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
- Muyonga, J.H. ,Cole, C.G.B., and K.G. Duodu. 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.
- Muyonga, J.H., C.G.B. Cole and K.G. Duodu. 2004. Extraction And Physico-Chemical Characterisation Of Nile Perch (*Lates niloticus*) Skin And Bone Gelatin. *J. Food Hydrocolloids*. **18**: 581-592.
- Nurilmala, M. 2004. Kajian Potensi Limbah Tulang Ikan Keras (*Teleostei*) sebagai Sumber Gelatin dan Analisis Karakteristiknya. **Tesis**. Bogor Institut Pertanian Bogor.
- Peranginangin, R. 2004. Riset Produksi Optimasi Pemanfaatan Limbah Perikanan Tulang dan Kulit Ikan. Laporan Ringkas Riset dan Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi KP. Jakarta.
- Philips, G.O and P.A. Williams. 2009. Handbook Of Hydrocoloids And Edition. Woodhead Publishing Limited. Cambridge UK.
- Poppe J. 1992. **Thickening and Gelling Agents for Food**. London: Blackie Academic and Professional. 156 hlm.
- Puspawati, N.M., I.N. Simpen, dan M. Sumerta. 2012. Isolasi Gelatin dari Kulit Kaki Ayam Broiler dan Karakterisasi Gugus Fungsinya dengan Spektrofotometri FTIR. *Jurnal Kimia*. **6**(1): 79-87.
- Rusli A. 2004. Kajian Proses Ekstraksi Gelatin Dari Kulit Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Segar. **Tesis**. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sae-law, T. and B. Soottawat 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, and M. Babu. 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**. Yogyakarta: Kanisus. 190 hlm
- See, S. F., P. K. Hong, K. L. Ng, W. M. Wan Aida, and A. S. Babji. 2010. Physicochemical Properties of Gelatins Extracted from Skins of Different Freshwater Fish Species. *International Food Research Journal*. **17**: 809-816.
- Silva T, A. Kirkpatrick, B. Brodsky, and J.A.M Ramshaw. 2005. Effect Of Deamidation On Stability For The Collagen To Gelatin Transition. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. **53**: 7802-78096.
- Stainsby, G. 1977. **The Gelatin Gel and The Sol-Gel Transformation**. The Science and technology of Ge latin. New York: Academic Press. 167 hlm.
- Standar Nasional Indonesia. 06. 3735. 1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Sugiyono. 2011. **Metode Penelitian Kuantitatif dan R&D**. Bandung: Alfabeta. 199 hlm
- Surakhmad, W. 1994. **Pengantar Penelitian Ilmiah Dasar Metode Teknik**. Bandung: Tarsito. 165 hlm.
- Surewicz, W. K., and H. H. Mantsch. 1988. New Insight Into Protein Secondary Structure From Resolution Enhanced Infrared Spectra. *Biochimica Et Biophysica Acta (BBA). Protein Structure And Molecular Enzymology*. **952**: 115–130.
- Suryaningrum, T.D., dan B.S.D. Utomo. 2002. Petunjuk Analisa Rmput Laut dan Hasil Olahannya. Jakarta: Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Perikanan dan kelautan.
- Syarief, R. dan H. Hariyadi. 1993. **Teknologi Penyimpanan Pangan**. Jakarta: Arcan. 109 hlm.
- Tazwir, N. H., dan R. Peranginangin. 2008. Ekstraksi Gelatin Dari Kulit Kaci-Kaci (*Plethorinchus flavomaculatus*) Secara Asam dan Enzimatis. Laporan Teknis. Balai Besar Penelitian Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Ward, A.G, and A. Courts. 1977. **The Science and Technology of Gelatin**. New York: Academic Press. 118 hlm.
- Winarno, F.G. 1992. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. 201 hlm.
- Winarno, F.G. 1993. **Pangan Gizi Teknologi dan Konsumen**. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 119 hlm.

Winarno, F.G. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: Penerbit Gramedia Pustaka Utama. 178 hlm.

Wiratmaja, H. 2006. Perbaikan Nilai Tambah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp*) Menjadi Gelatin Serta Analisis Fisika-Kimia. **Skripsi**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Yamazaki CM, Kadoya Y, Hozumi K, Okano-Kosugi H, Asada S, Kitagawa K, Nomizu M, Koide T. 2010. A collagen-mimetic triple helical supramolecule that evokes integrin-dependent cell responses. *Biomaterials*. (7):1925-34.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pembuat Gelatin Kulit Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Gambar	Keterangan
	Kulit ikan lele dithawing
	Kulit ikan lele diperkecil ukurannya
	Kulit ditimbang sebanyak 100 gram

	Kulit direndam dengan NaOH 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
	Kulit dicuci dengan air kran hingga pH netral
	Kulit ditambahkan aquadest 600 ml lalu dimasukkan kedalam waterbath selama 6 jam

	Kulit setelah diekstraksi menggunakan waterbath
	Larutan gelatin disaring menggunakan kain blanchu
	Larutan Gelatin
	Larutan gelatin dicetak di loyang plastik

	Gelatin dikeringkan selama $\pm$ 48 jam
	Lembaran Gelatin Kering

Lampiran 2. 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 3. 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 4. Prosedur Analisa Protein (AOAC, 1999)

- Menimbang sampel sebanyak 1 g
- Sampel dimasukkan ke dalam abu kjedahl dan ditambahkan tablet kjedahl
- Ditambahkan 20 ml H₂SO₄ 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 H₂BO₃ 3% (asam borat) dan 5 tetes indikator metil red dibawah kondensor dan harus terendam larutan H₂BO₃
- 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 5. 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 :

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

100%

Lampiran 6. 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
- Mendinginkan 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 kg = 9,81 N

Kekuatan Gel (g bloom) = 20 + 2,86.10⁻³ D

Keterangan : F = Gaya (Newton)

G = Konstanta (0,07)

D = Kekuatan Gel (dyne/cm²)

Kekuatan gel (dyne/cm²) = $\frac{F}{G} \times 980$

Lampiran 7. Viskositas (British Standard 757, 1975)

- Menyiapkan larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (melarutkan 7 gram gelatin dengan 105 ml aquadest)
- Mengukur visksitas 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 8. 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 9. 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 10. 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 11. 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 12. Perhitungan NaOH 0,05N dan Asam Asetat 0,05N

NaOH 0,05N dalam 600 ml aquadest

Diketahui : Mr NaOH = 40

Jawab : $M = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{600}$

$$0,05 = \frac{gr}{40} \times \frac{1000}{600}$$

$$0,05 = \frac{1000 gr}{24000}$$

$$1000gr = 12000$$

$$gr = 1,2 gr \text{ NaOH dalam 600 ml aquadest}$$

Asam Asetat 0,05N

Diketahui : Asam Asetat PA (99,8%)

Berat Jenis = $1,05 \text{ gr/cm}^3$

Berat Molekul = 60,05

Dicari : ml Asam asetat

Jawab :

$$M = \frac{(10 \times \% \text{ asam asetat} \times \text{berat jenis})}{\text{Berat Molekul}}$$

$$M = \frac{10 \times 99,8 \% \times 1,05}{60}$$

$$M = 17,45 \text{ M}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$17,45 \cdot V_1 = 0,05 \cdot 1000$$

$$17,45 \cdot V_1 = 50$$

$$V_1 = \frac{50}{17,45}$$

$$= 2,86 \text{ ml asam asetat}$$

Lampiran 13. Uji BNT Rendemen

Perlakuan	RANDEMEN					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	17,53	16,17	16,74	17,57	19,67	87,68	17,536	1,3280	7,57
suhu 50	21,67	19,2	22,36	22,82	21,76	107,81	21,562	1,4008	6,50
suhu 55	22,62	20,16	24,59	23,8	21,91	113,08	22,616	1,7197	7,60
						308,57			

Descriptives

Rendemen

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	17.5360	1.32804	.59392	15.8870	19.1850	16.17	19.67
50	5	21.5620	1.40083	.62647	19.8226	23.3014	19.20	22.82
55	5	22.6160	1.71966	.76906	20.4808	24.7512	20.16	24.59
Total	15	20.5713	2.65397	.68525	19.1016	22.0411	16.17	24.59

Test of Homogeneity of Variances

Rendemen

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.254	2	12	.780

ANOVA

Rendemen	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	71.877	2	35.938	16.132	.000
Within Groups	26.733	12	2.228		
Total	98.610	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Rendemen

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-4.02600*	.94398	.001	-6.0828	-1.9692
		55	-5.08000*	.94398	.000	-7.1368	-3.0232
	50	45	4.02600*	.94398	.001	1.9692	6.0828
		55	-1.05400	.94398	.286	-3.1108	1.0028
	55	45	5.08000*	.94398	.000	3.0232	7.1368
		50	1.05400	.94398	.286	-1.0028	3.1108

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

Lampiran 14. Uji BNT Kekutan Gel

Perlakuan	Gel Strenght					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	102,45	104,77	98,69	116,32	101,3	523,53	104,706	6,8515	6,54
suhu 50	106,94	114,75	102,94	122,51	113,16	560,3	112,060	7,5339	6,72
suhu 55	115,51	124,48	106,11	130,26	119,07	595,43	119,086	9,1531	7,69
						1679,26			

Descriptives

Kekuatan Gel

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	1.0471	6.85149	3.06408	96.1988	113.2132	98.69	116.32
50	5	1.1206	7.53388	3.36925	102.7055	121.4145	102.94	122.51
55	5	1.1909	9.15312	4.09340	107.7209	130.4511	106.11	130.26
Total	15	1.1195	9.51307	2.45626	106.6825	117.2188	98.69	130.26

ANOVA

KekuatanGel	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	517.051	2	258.525	4.137	.043
Within Groups	749.927	12	62.494		
Total	1266.978	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kekuatan Gel

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-7.35400	4.99976	.167	-18.2475	3.5395
		55	-14.38000*	4.99976	.014	-25.2735	-3.4865
	50	45	7.35400	4.99976	.167	-3.5395	18.2475
		55	-7.02600	4.99976	.185	-17.9195	3.8675
	55	45	14.38000*	4.99976	.014	3.4865	25.2735
		50	7.02600	4.99976	.185	-3.8675	17.9195

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

Lampiran 15. Uji BNT Viskositas

Perlakuan	VISKOSITAS	Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
-----------	------------	-------	-----------	--------	-----------

	1	2	3	4	5				
suhu 45	13	14	12	13	11	63,00	12,600	1,1402	9,05
suhu 50	20	18	16	17	19	90	18,000	1,5811	8,78
suhu 55	15	14	17	15	17	78	15,600	1,3416	8,60
						231			

Descriptives

Viskositas

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	12.6000	1.14018	.50990	11.1843	14.0157	11.00	14.00
50	5	18.0000	1.58114	.70711	16.0368	19.9632	16.00	20.00
55	5	15.6000	1.34164	.60000	13.9341	17.2659	14.00	17.00
Total	15	15.4000	2.61315	.67471	13.9529	16.8471	11.00	20.00

Test of Homogeneity of Variances

Viskositas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.329	2	12	.726

ANOVA

Viskositas	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	73.200	2	36.600	19.607	.000
Within Groups	22.400	12	1.867		
Total	95.600	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Viskositas

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-5.40000*	.86410	.000	-7.2827	-3.5173
		55	-3.00000*	.86410	.005	-4.8827	-1.1173
	50	45	5.40000*	.86410	.000	3.5173	7.2827
		55	2.40000*	.86410	.017	.5173	4.2827
	55	45	3.00000*	.86410	.005	1.1173	4.8827
		50	-2.40000*	.86410	.017	-4.2827	-.5173

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

Lampiran 16. Uji BNT pH

Perlakuan	RANDEMEN					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				

suhu 45	5,14	4,88	4,3	5,44	5,43	25,19	5,038	0,4731	9,39
suhu 50	4,87	4,54	4,25	5,34	5,2	24,2	4,840	0,4524	9,35
suhu 55	4,77	4,56	4,29	5,29	5,15	24,06	4,812	0,4125	8,57
						73,45			

Descriptives

pH

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	5.0380	.47310	.21158	4.4506	5.6254	4.30	5.44
50	5	4.8400	.45238	.20231	4.2783	5.4017	4.25	5.34
55	5	4.8120	.41246	.18446	4.2999	5.3241	4.29	5.29
Total	15	4.8967	.42646	.11011	4.6605	5.1328	4.25	5.44

Test of Homogeneity of Variances

pH

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.033	2	12	.968

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.152	2	.076	.380	.692
Within Groups	2.394	12	.200		
Total	2.546	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:pH

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	.19800	.28251	.497	-.4175	.8135
		55	.22600	.28251	.439	-.3895	.8415
	50	45	-.19800	.28251	.497	-.8135	.4175
		55	.02800	.28251	.923	-.5875	.6435
	55	45	-.22600	.28251	.439	-.8415	.3895
		50	-.02800	.28251	.923	-.6435	.5875

Lampiran 17. Uji BNT Analisa Kadar Air

Perlakuan	KADAR AIR					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	9,37	8,83	9,79	10,03	8,79	46,81	9,362	0,5567	5,95
suhu 50	10,75	10,64	11,26	11,43	9,61	53,69	10,738	0,7130	6,64
suhu 55	9,91	9,31	9,88	11,58	9,42	50,1	10,020	0,9123	9,11
						150,6			

Descriptives

KadarAir

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	9.3620	.55670	.24897	8.6708	10.0532	8.79	10.03
50	5	10.7380	.71300	.31886	9.8527	11.6233	9.61	11.43
55	5	10.0200	.91233	.40801	8.8872	11.1528	9.31	11.58
Total	15	10.0400	.89996	.23237	9.5416	10.5384	8.79	11.58

Test of Homogeneity of Variances

KadarAir

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.216	2	12	.809

ANOVA

KadarAir					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.736	2	2.368	4.304	.039
Within Groups	6.603	12	.550		
Total	11.339	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:KadarAir

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-1.37600*	.46913	.013	-2.3982	-.3538
		55	-.65800	.46913	.186	-1.6802	.3642
	50	45	1.37600*	.46913	.013	.3538	2.3982
		55	.71800	.46913	.152	-.3042	1.7402
	55	45	.65800	.46913	.186	-.3642	1.6802
		50	-.71800	.46913	.152	-1.7402	.3042

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

Lampiran 18. Uji BNT Analisa Kadar Abu

Perlakuan	KADAR ABU					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	1,44	1,29	1,58	1,61	1,33	7,25	1,450	0,1437	9,91
suhu 50	1,00	1,06	0,97	1,16	0,95	5,14	1,028	0,0847	8,24
suhu 55	0,36	0,38	0,35	0,42	0,34	1,85	0,370	0,0316	8,55
						14,24			

Descriptives

Kadar Abu

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	1.4500	.14370	.06427	1.2716	1.6284	1.29	1.61
50	5	1.0280	.08468	.03787	.9229	1.1331	.95	1.16
55	5	.3700	.03162	.01414	.3307	.4093	.34	.42
Total	15	.9493	.46887	.12106	.6897	1.2090	.34	1.61

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Abu

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.395	2	12	.021

ANOVA

Kadar Abu					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.962	2	1.481	154.185	.000
Within Groups	.115	12	.010		
Total	3.078	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kadar Abu

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	.42200*	.06199	.000	.2869	.5571
		55	1.08000*	.06199	.000	.9449	1.2151
	50	45	-.42200*	.06199	.000	-.5571	-.2869
		55	.65800*	.06199	.000	.5229	.7931
	55	45	-1.08000*	.06199	.000	-1.2151	-.9449
		50	-.65800*	.06199	.000	-.7931	-.5229

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

Lampiran 19. Uji BNT Analisa Kadar Protein

Perlakuan	KADAR PROTEIN					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	88,76	89,35	81,19	91,79	92,74	443,83	88,766	4,5463	5,12
suhu 50	88,89	90,11	81,22	91,42	92,88	444,52	88,904	4,5453	5,11
suhu 55	94,16	96,17	87,32	95,21	97,1	469,96	93,992	3,8869	4,14
						1358,31			

Descriptives

Kadar Protein

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	88.7660	4.54627	2.03315	83.1211	94.4109	81.19	92.74
50	5	88.9040	4.54525	2.03270	83.2603	94.5477	81.22	92.88
55	5	93.9920	3.88686	1.73826	89.1658	98.8182	87.32	97.10
Total	15	90.5540	4.73919	1.22365	87.9295	93.1785	81.19	97.10

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Protein

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.031	2	12	.969

ANOVA

KadarProtein	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	88.696	2	44.348	2.357	.137
Within Groups	225.742	12	18.812		
Total	314.439	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Kadar Protein

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-.13800	2.74313	.961	-6.1148	5.8388
		55	-5.22600	2.74313	.081	-11.2028	.7508
	50	45	.13800	2.74313	.961	-5.8388	6.1148
		55	-5.08800	2.74313	.088	-11.0648	.8888
	55	45	5.22600	2.74313	.081	-.7508	11.2028
		50	5.08800	2.74313	.088	-.8888	11.0648

Lampiran 20. Uji BNT Analisa Kadar Lemak

Perlakuan	KADAR LEMAK					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	2,80	2,53	3,01	2,84	2,94	14,12	2,824	0,1839	6,51
suhu 50	1,90	1,70	2,06	1,79	2,02	9,47	1,894	0,1516	8,00
suhu 55	1,47	1,28	1,50	1,55	1,49	7,29	1,458	0,1038	7,12
						30,88			

Descriptives

Kadar lemak

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	2.8240	.18393	.08226	2.5956	3.0524	2.53	3.01
50	5	1.8940	.15159	.06779	1.7058	2.0822	1.70	2.06
55	5	1.4580	.10378	.04641	1.3291	1.5869	1.28	1.55
Total	15	2.0587	.60584	.15643	1.7232	2.3942	1.28	3.01

Test of Homogeneity of Variances

Kadar lemak

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.592	2	12	.569

ANOVA

Kadar lemak	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.868	2	2.434	108.055	.000
Within Groups	.270	12	.023		
Total	5.139	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Kadar lemak

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	.93000*	.09492	.000	.7232	1.1368
		55	1.36600*	.09492	.000	1.1592	1.5728
	50	45	-.93000*	.09492	.000	-1.1368	-.7232
		55	.43600*	.09492	.001	.2292	.6428
	55	45	-1.36600*	.09492	.000	-1.5728	-1.1592
		50	-.43600*	.09492	.001	-.6428	-.2292

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

Lampiran 21. Uji BNT Titik Leleh

Perlakuan	TITIK LELEH					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	26	25	28	27	25	131	26,200	1,3038	4,98
suhu 50	28	26	29	28	29	140	28,000	1,2247	4,37
suhu 55	28	26	29	28	30	141	28,200	1,4832	5,26
						412			

Descriptives

TitikLeleh

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	26.2000	1.30384	.58310	24.5811	27.8189	25.00	28.00
50	5	28.0000	1.22474	.54772	26.4793	29.5207	26.00	29.00
55	5	28.2000	1.48324	.66332	26.3583	30.0417	26.00	30.00
Total	15	27.4667	1.55226	.40079	26.6071	28.3263	25.00	30.00

Test of Homogeneity of Variances

TitikLeleh

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.152	2	12	.861

ANOVA

TitikLeleh

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12.133	2	6.067	3.370	.069
Within Groups	21.600	12	1.800		
Total	33.733	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:TitikLeleh

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-1.80000	.84853	.055	-3.6488	.0488
		55	-2.00000*	.84853	.036	-3.8488	-.1512
	50	45	1.80000	.84853	.055	-.0488	3.6488
		55	-.20000	.84853	.818	-2.0488	1.6488
	55	45	2.00000*	.84853	.036	.1512	3.8488
		50	.20000	.84853	.818	-1.6488	2.0488

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

Lampiran 22. Uji BNT Titik Gel

Perlakuan	TITIK GEL					Total	Rata-rata	ST.Dev	Keragaman
	1	2	3	4	5				
suhu 45	7	6	7	7	6	33	6,600	0,5477	8,30
suhu 50	9	8	10	9	8	44	8,800	0,8367	9,51
suhu 55	10	8	10	10	9	47	9,400	0,8944	9,52
						124			

Descriptives

TitikGel

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
45	5	6.6000	.54772	.24495	5.9199	7.2801	6.00	7.00
50	5	8.8000	.83666	.37417	7.7611	9.8389	8.00	10.00
55	5	9.4000	.89443	.40000	8.2894	10.5106	8.00	10.00
Total	15	8.2667	1.43759	.37118	7.4706	9.0628	6.00	10.00

Test of Homogeneity of Variances

TitikGel

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.636	2	12	.546

ANOVA

TitikGel	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	21.733	2	10.867	18.111	.000
Within Groups	7.200	12	.600		
Total	28.933	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:TitikGel

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	45	50	-2.20000*	.48990	.001	-3.2674	-1.1326
		55	-2.80000*	.48990	.000	-3.8674	-1.7326
	50	45	2.20000*	.48990	.001	1.1326	3.2674
		55	-.60000	.48990	.244	-1.6674	.4674
	55	45	2.80000*	.48990	.000	1.7326	3.8674
		50	.60000	.48990	.244	-.4674	1.6674

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

