

**KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA-KIMIA GELATIN KULIT IKAN COBIA
(*Rachycentron canadum*)**

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

**Oleh:
DIMAS KHAFIDHULLOH
NIM. 125080300111121**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



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

**KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA-KIMIA GELATIN KULIT IKAN COBIA
(*Rachycentron canadum*)**

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

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

**Oleh:
DIMAS KHAFIDHULLOH
NIM. 125080300111121**



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

SKRIPSI

KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA-KIMIA GELATIN KULIT IKAN COBIA
(*Rachycentron canadum*)

Oleh:
DIMAS KHAFIDHULLOH
NIM. 125080300111121

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 1 November 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Penguji I



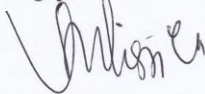
(Yunita Eka Puspitasari, S.Pi., MP)
NIP. 19840607 201012 2 003
Tanggal: 17 NOV 2016

Pembimbing I



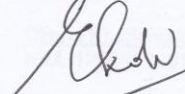
(Dr. Ir. Kartini Zaelani, MS)
NIP. 19550503 198503 2 001
Tanggal: 17 NOV 2016

Penguji II



(Dr. Ir. Titik Dwi Sulistyati, MP)
NIP. 19581231 198601 2 002
Tanggal: 17 NOV 2016

Pembimbing II



(Eko Waluyo, S.Pi., M.Sc)
NIP. 19800424 200501 1 001
Tanggal: 17 NOV 2016



(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal: 17 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, September 2016
Mahasiswa

Dimas Khafidhulloh
NIM. 125080300111121

UCAPAN TERIMAKASIH

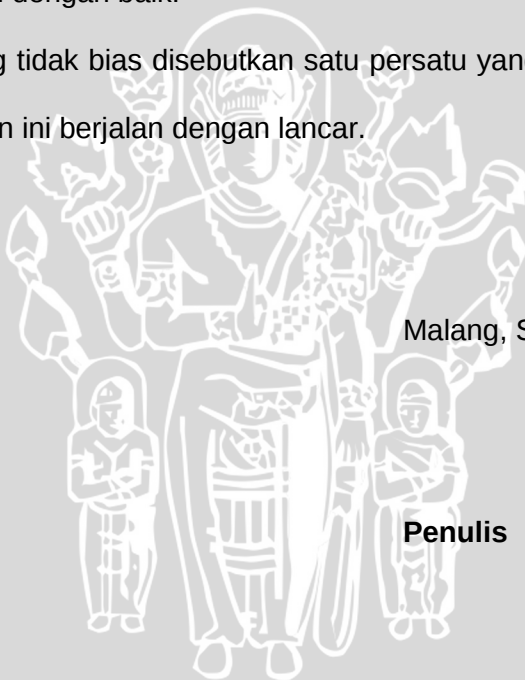
Pelaksanaan penulisan laporan yang berjudul “ Karakteristik Sifat Fisika-Kimia Gelatin Kulit Ikan Cobia (*Rachycentron canadum*)” ini dapat dilaksanakan dengan baik atas keterlibatan pihak-pihak yang dengan tulus ikhlas memberikan bimbingan dan bantuan. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis menyampaikan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

1. Allah SWT atas Rohman dan Rohim-Nya sehingga pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan skripsi dapat terselesaikan dengan lancar dan baik.
2. Ayah Narto dan Ibu Rufiana Hidayati sebagai orangtua terhebat dan terbaik. Terimakasih atas keikhlasan doa, kasihsayang, motivasi dan perjuangan mendidik anaknya hingga saat ini.
3. Ibu Dr. Ir. Kartini Zaelani, MS dan Bapak Eko Waluyo, S.Pi., M.Sc selaku dosen pembimbing yang dengan sabar dan ikhlas memberi bimbingan, arahan, dan motivasi dalam pelaksanaan penelitian dan laporan skripsi.
4. Ibu Yunita Eka Puspitasari, S.Pi., MP dan Ibu Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dalam penulisan laporan skripsi ini sehingga lebih baik.
5. Kakak Nimas Arum Tunjungsari dan Adik Hamas Al Haq sebagai saudara teristimewa yang telah ikhlas memberikan doa, nasihat dan dukungannya.
6. Seluruh Keluarga Besar yang telah memberikan doa dan dukungan hebatnya.
7. TIM GELATIN yang beranggotakan Ken Audia Pradarameswari, Desi Karlina, Fahrizal Ardiansyah ,dan Ryan Destianto atas perjuangan bersama menaiki perahu yang berhasil melewati gelombang tinggi dan batu karang sehingga kita semua dapat berhasil mendarat dengan selamat dan sukses di pulau kesuksesan ini.

8. Keluarga TAPIR (T02 Anak Pintar) keluarga terhebat, kumpulan orang-orang sukses yang dari awal kuliah hingga akhir ini bersama-sama berjuang, saling menopang sampai tua nanti.
9. Keluarga Besar Teknologi Hasil Perikanan, THP 12, Pengurus HIMATHRIK 2015/2016, Tim Bimbingan, TIM Asisten Teknologi Hasil Perikanan Tradisional, Pondok Pesantren Baitul Ni'mat.
10. Adek Humairoh (Mamik Mu'alifatul Ulya) yang menjadi tujuan hidup dan motivasi besar dalam hidup. Terimakasih atas keikhlasan doa, tenaga, waktu yang telah tcurah sehingga penelitian dan penyelesaian laporan skripsi dapat diselesaikan dengan baik.
11. Semua pihak yang tidak bias disebutkan satu persatu yang telah membantu sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar.

Malang, September 2016

Penulis



RINGKASAN

Dimas Khafidhulloh. SKRIPSI. Karakteristik Sifat Fisika-Kimia Gelatin Kulit Ikan Cobia (*Rachycentron canadum*) (dibawah bimbingan Dr. Ir. Kartini Zaelani, MS dan Eko Waluyo, S.Pi., M.Sc).

Gelatin merupakan produk hidrolisis kolagen yang memiliki fungsi luas dalam industri makanan. Kebutuhan gelatin dalam industri makanan di Indonesia sangatlah besar tetapi terdapat permasalahan karena gelatin komersial yang beredar berasal dari babi dan sapi, sedangkan mayoritas masyarakat beragama islam yang melarang umatnya mengkonsumsi semua makanan yang berasal dari babi (Al Maidah ayat 3) dan adanya penyebaran penyakit pada sapi yaitu *bovine spongiform encephalopathy* (BSE) atau penyakit sapi gila. Alternatif penggunaan bahan baku gelatin adalah dengan memanfaatkan kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*). Dalam proses pembuatan gelatin suhu ekstraksi dapat mempengaruhi sifat fisika-kimia dari gelatin yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat fisika-kimia gelatin ikan cobia (*Rachycentron canadum*) dan mengetahui suhu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan karakteristik sifat fisika-kimia gelatin kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*). Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana yang terdiri dari tiga perlakuan yaitu suhu ekstraksi 45°C, 50°C, dan 55°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan karakteristik sifat fisika-kimia gelatin kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*) adalah suhu 55°C. Gelatin yang dihasilkan memiliki rendemen 22,27%, kadar air 8,16%, kadar abu 0,621%, kadar protein 87,03% kadar lemak 1,36%, kekuatan gel 119,99 bloom, viskositas 18 cP, pH 5,16, titik leleh 27°C dan titik gel 13°C. Hasil identifikasi senyawa dengan FTIR menunjukkan bahwa gelatin kulit ikan cobia memiliki gugus fungsi. N-H, O-H, C-H, C=O.



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 Kulit Ikan Cobia (*Rachycentron canadum*)”. 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 dan masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis menyampaikan maaf atas segala kekurangan dan kesalahan. Kritik dan saran atas penulisan laporan ini akan penulis terima sebagai masukan dan motivasi sehingga menghasilkan karya yang lebih baik. Semoga Laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan perikanan khususnya bagi kami pribadi dan pembaca, baik dimasa sekarang maupun masa yang akan datang.

Malang, September 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINILITAS	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesa.....	3
1.5 Tempat dan Waktu	4
 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Cobia (<i>Rachycentron canadum</i>)	5
2.2 Kulit Ikan	6
2.3 Kolagen.....	7
2.4 Gelatin	7
2.5 Metode Ekstraksi	9
2.6 Sifat Fisika-Kimia Gelatin	12
 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	15
3.1.1 Bahan Penelitian	15
3.1.2 Alat Penelitian	15
3.2 Metode Penelitian	15
3.2.1 Variabel Penelitian	16
3.2.2 Rancangan Percobaan.....	16
3.3 Prosedur Penelitian.....	17
3.4 Analisis Fisika dan Kimia Gelatin	19
3.4.1 Rendemen	19
3.4.2 Kekuatan Gel	19
3.4.3 Viskositas.....	20
3.4.4 Titik Leleh.....	20
3.4.5 Titik Gel.....	20
3.4.6 Derajat Keasaman (pH).....	20
3.4.7 Kadar Protein Metode Kjeldahl	21
3.4.8 Kadar Lemak Metode <i>Goldfish</i>	21
3.4.9 Kadar Air Metode Gravimetri	22
3.4.10 Kadar Abu Metode Pengeringan	22
3.4.11 Analisa FTIR	23
 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Rendemen	24
4.2 Kekuatan Gel	26

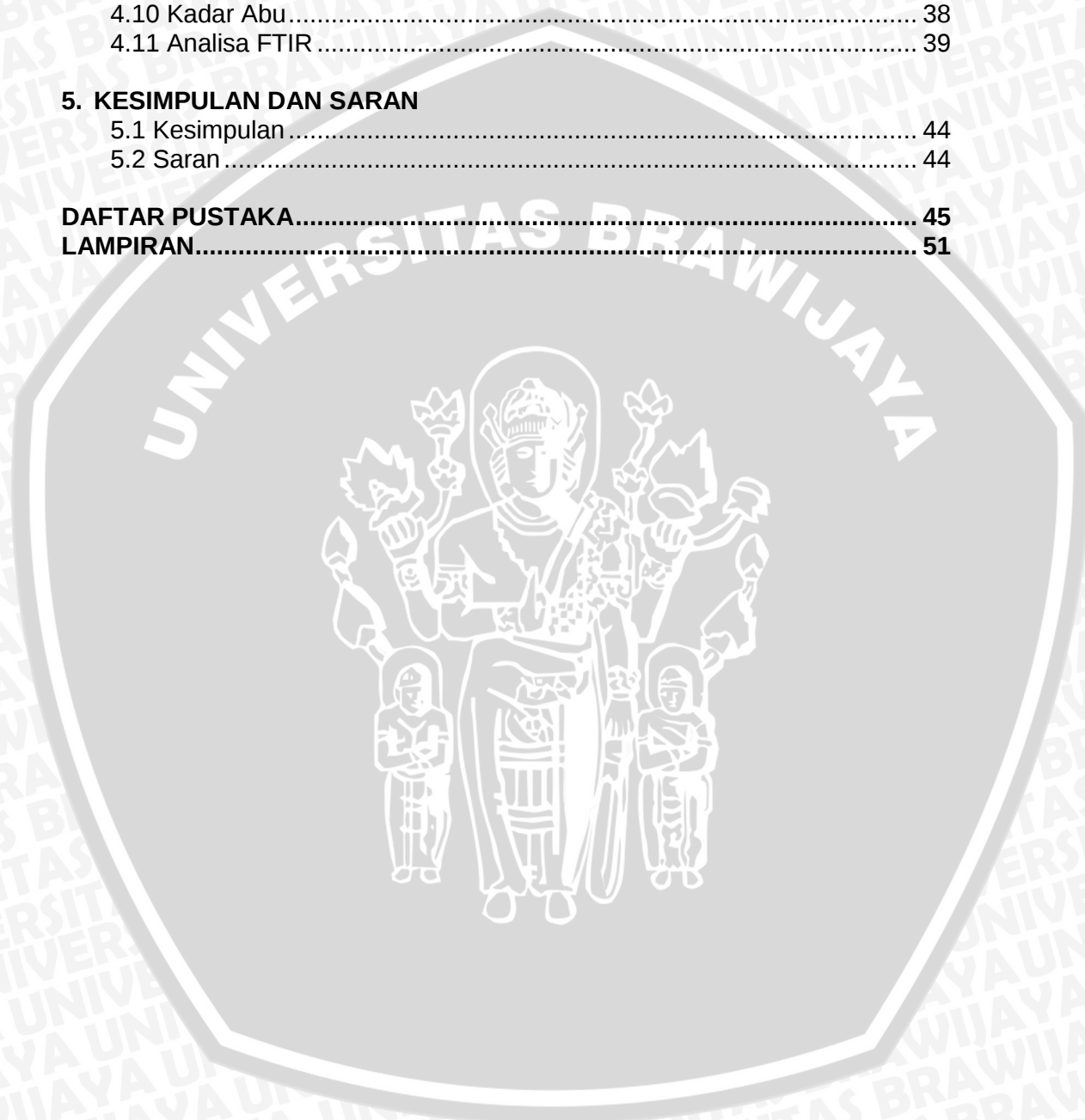
4.3	Viskositas.....	28
4.4	Titik Leleh	29
4.5	Titik Gel.....	31
4.6	pH.....	32
4.7	Kadar Protein.....	35
4.8	Kadar Lemak.....	34
4.9	Kadar Air.....	37
4.10	Kadar Abu.....	38
4.11	Analisa FTIR	39

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran	44

DAFTAR PUSTAKA.....	45
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	51
----------------------	-----------



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel1. Komposisi Kimia Ikan Cobia.....	5
Tabel 2. Standar Gelatin	8
Tabel 3. Standar Gelatin Berdasarkan Jenis.....	12
Tabel 4. Rancangan Percobaan	16
Tabel 5. Hasil Pengujian Paramenter Fisika-Kimia Gelatin Kulit Ikan Cobia dengan Perlakuan Suhu, Gelatin Komersial, dan Gelatin Standart....	24
Tabel 6. Gugus Fungsional Pita Serapan FTIR.....	43



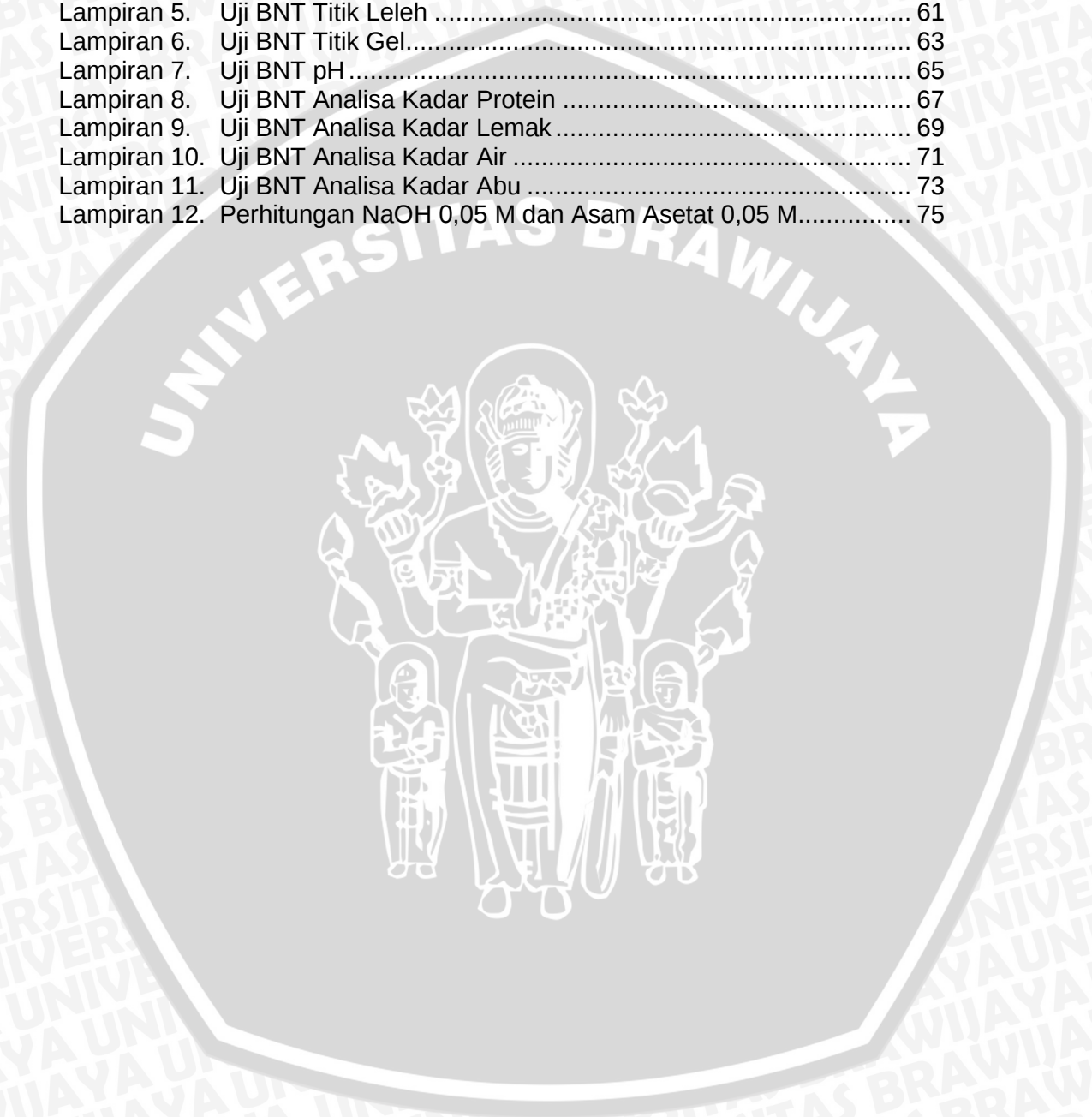
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Ikan Cobia	5
Gambar 2. Reaksi Kimia Konversi Kolagen menjadi Gelatin	8
Gambar 3. Reaksi Pemutusan Ikatan Hidrogen Tropokolagen.....	10
Gambar 4. Reaksi Hidrolisis Ikatan Silang Kovalen Tropokolagen	10
Gambar 5. Skema Kerja Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Cobia.....	18
Gambar 6. Grafik Rendemen Gelatin Kulit Ikan Cobia	25
Gambar 7. Grafik Kekuatan Gel Gelatin Kulit Ikan Cobia	27
Gambar 8. Grafik Viskositas Gelatin Kulit Ikan Cobia	28
Gambar 9. Grafik Titik Leleh Gelatin Kulit Ikan Cobia	30
Gambar 10. Grafik Titik Gel Gelatin Kulit Ikan Cobia	31
Gambar 11. Grafik pH Gelatin Kulit Ikan Cobia.....	33
Gambar 12. Grafik Kadar Protein Gelatin Kulit Ikan Cobia.....	34
Gambar 13. Grafik Kadar Lemak Gelatin Kulit Ikan Cobia	36
Gambar 14. Grafik Kadar Air Gelatin Kulit Ikan Cobia.....	37
Gambar 15. Grafik Kadar Abu Gelatin Kulit Ikan Cobia.....	39
Gambar 16. Hasil FTIR Gelatin Kulit Ikan Cobia	40



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Proses Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Cobia.....	49
Lampiran 2. Uji BNT Rendemen	55
Lampiran 3. Uji BNT Kekuatan Gel	57
Lampiran 4. Uji BNT Viskositas.....	59
Lampiran 5. Uji BNT Titik Leleh	61
Lampiran 6. Uji BNT Titik Gel.....	63
Lampiran 7. Uji BNT pH	65
Lampiran 8. Uji BNT Analisa Kadar Protein	67
Lampiran 9. Uji BNT Analisa Kadar Lemak	69
Lampiran 10. Uji BNT Analisa Kadar Air	71
Lampiran 11. Uji BNT Analisa Kadar Abu	73
Lampiran 12. Perhitungan NaOH 0,05 M dan Asam Asetat 0,05 M.....	75



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gelatin merupakan protein larut air yang berasal dari hidrolisis kolagen hewan yang diambil dari kulit, tulang dan tulang rawan. Dalam perkembangan industri makanan, penggunaan gelatin sangatlah luas yaitu sebagai penstabil, pengikat, pembentuk gel, perekat, peningkat viskositas dan pengemulsi dalam pembuatan makanan (Wulandari dan Budi, 2013). Selain mempunyai berbagai macam kegunaan tersebut menurut Silva *et al.*, (2014), gelatin mempunyai karakteristik sifat yang penting antara lain kekuatan gel, viskositas, titik gel dan titik leleh. Akan tetapi gelatin komersil yang beredar dipasaran umumnya terbuat dari babi.

Dalam pemenuhan kebutuhan industri makanan di Indonesia, banyak gelatin komersial yang beredar dipasaran. Gelatin komersial yang beredar di Indonesia sebagian besar berasal dari babi dan sapi yang tidak diterima di masyarakat (Nurilmala *et al.*, 2006). Hal ini yang menjadi permasalahan karena Indonesia merupakan negara dengan mayoritas pemeluk agama Islam yang melarang umat muslim untuk mengkonsumsi semua yang berasal dari babi seperti yang tertulis dalam Al-Qur'an Surat Al Maidah Ayat 3 "Diharamkan bagimu (memakan) bangkai, darah, daging babi, (daging hewan) yang disembelih atas nama selain Allah". Dan penggunaan gelatin dari sapi mulai mendapat perhatian lebih karena adanya penyakit *bovine spongiform encephalopathy* (BSE) atau penyakit sapi gila (Rosli dan Sarbon, 2015), sehingga perlu dilakukan terobosan pengganti gelatin yang dapat diterima oleh masyarakat muslim khususnya masyarakat Indonesia dan aman dari dampak penyakit.

Salah satu alternatif pengganti penggunaan bahan baku gelatin yang berasal dari babi dan sapi adalah dengan memanfaatkan kulit ikan menjadi gelatin (Adam dan Hadia, 2013). Kulit ikan memiliki potensi besar untuk dijadikan gelatin karena menghasilkan rendemen gelatin 9,63% ikan patin, 15,01% ikan tuna, 39,7% ikan salmon dan 44,8% ikan cod (Rusli, 2004; Agustin dan Meity, 2015; Arne dan Asbjorn, 2007). Bahan baku kulit ikan mempunyai peluang besar untuk dimanfaatkan menjadi gelatin, salah satunya adalah kulit ikan cobia.

Kulit ikan cobia adalah salah satu alternatif yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan gelatin. Dalam industri pengolahan *fillet* ikan cobia menghasilkan limbah kepala, tulang dan kulit. Proporsi kulit ikan dalam pengolahan *fillet* berkisar 10-20% (Nurilmala, 2006). Ditambahkan Shaffer dan Nakamura (1989), ikan cobia memiliki potensi pemanfaatan besar karena persebarannya berada di seluruh dunia yang meliputi perairan tropis dan subtropis kecuali perairan pasifik selatan. Di Indonesia persebaran ikan cobia meliputi perairan Bali dan Lampung (Godelifa, 2014).

Proses pembuatan gelatin merupakan proses konversi dari kolagen menjadi gelatin yang dipengaruhi sifat bahan baku, pre-treatment, parameter (suhu, waktu, pH) karena akan mempengaruhi fungsi kegunaan gelatin (Koodzuejska *et al.*, 2008). Kualitas fisika kimia dari gelatin dapat dipengaruhi oleh suhu ekstraksi. Suhu ekstraksi merupakan parameter yang sangat diperhatikan karena suhu yang tinggi menyebabkan denaturasi dan hidrolisis lanjutan sehingga gelatin dapat terdegradasi dan menurunkan kekuatan gel (Muyonga *et al.*, 2004). Semakin tinggi suhu ekstraksi dapat menyebabkan rendahnya viskositas yang disebabkan terputusnya rantai asam amino karena proses hidrolisis lanjutan (Nurilmala, 2006). Penelitian terdahulu mengenai ekstraksi gelatin sangatlah beragam, suhu yang digunakan Gomez-Guillen (2005) pada ekstraksi kulit ikan dover sole yaitu 45°C selama 16-18 jam, Jongjareonrak

et al., (2006), pada kulit ikan big eyes snapper pada suhu 45°C selama 12 jam, Kolodziejska et al., (2008), pada kulit ikan cod pada suhu 45-100°C, kulit ikan skates pada suhu 40-70°C selama 3-6 jam (Cho et al., 2006).

Dari permasalahan diatas perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sifat karakteristik sifat fisika kimia dan pengaruh suhu ekstraksi pada gelatin kulit ikan cobia.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik sifat fisika kimia gelatin kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*) dan berapa suhu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan karakteristik sifat fisika kimia gelatin kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sifat fisika kimia gelatin ikan cobia (*Rachycentron canadum*) dan mengetahui suhu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan karakteristik sifat fisika kimia gelatin kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*).

1.4 Hipotesis

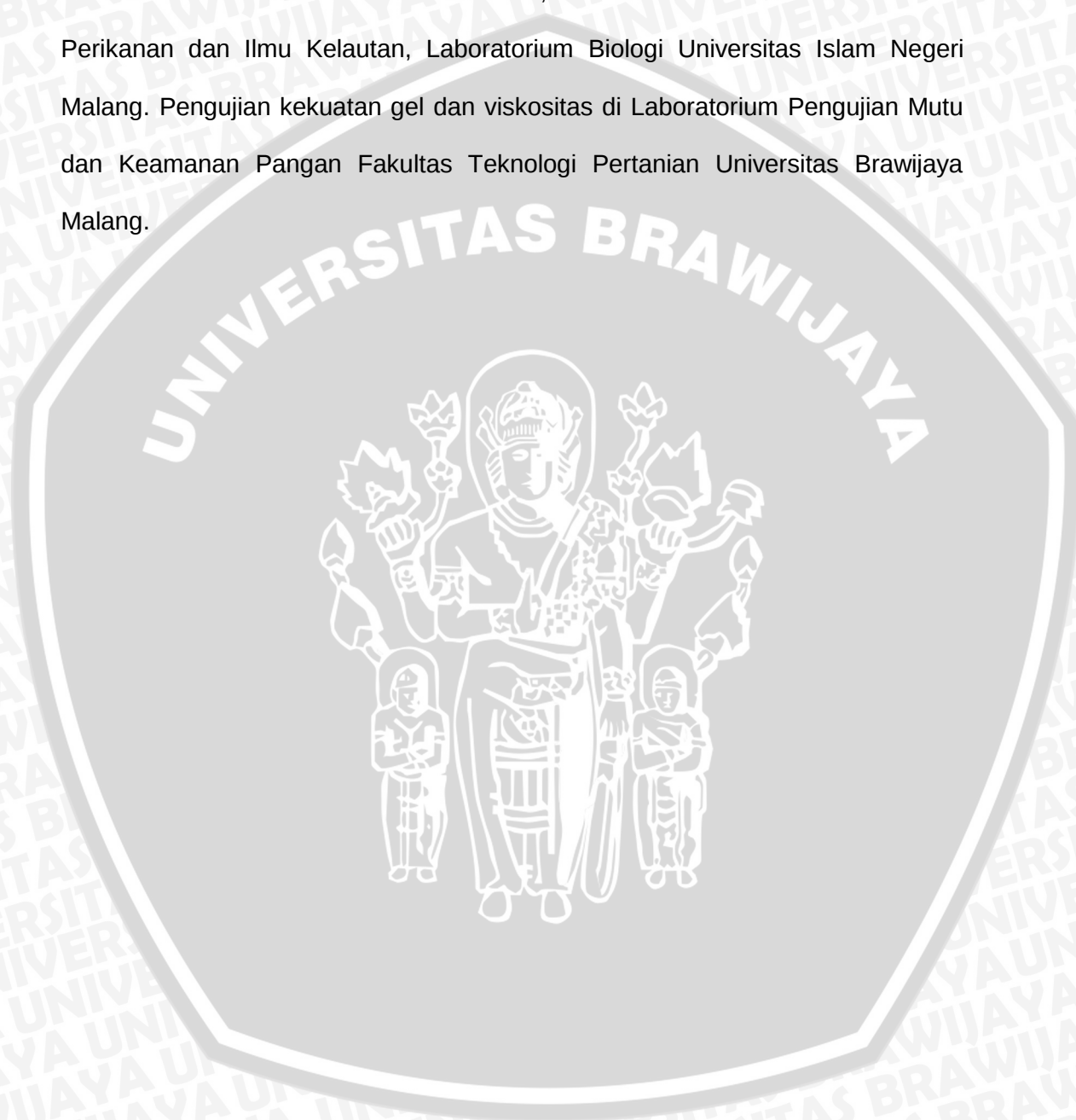
Hipotesis dari penelitian ini adalah:

H0: Diduga penggunaan suhu ekstraksi yang berbeda tidak mempengaruhi fisikokimia gelatin kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*).

H1: Diduga penggunaan suhu ekstraksi yang berbeda dapat mempengaruhi fisikokimia gelatin kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*).

1.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan mulai pada bulan Maret-Juli 2016 di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Laboratorium Biologi Universitas Islam Negeri Malang. Pengujian kekuatan gel dan viskositas di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ikan Cobia (*Rachycentron canadum*)

Ikan cobia memiliki bagian kepala datar pada bagian atas, tubuh memanjang dan diselimuti sisik kecil dan memiliki warna coklat gelap pada tubuh dan warna putih pada bagian perut (Shaffer dan Nakamura, 1989). Ikan cobia merupakan ikan pelagis yang memiliki persebaran habitat global dan tersebar pada perairan hangat, sedang, tropis dan sub tropis (Razal *et al.*, 2015).

Klasifikasi dan identifikasi ikan cobia menurut Shaffer dan Nakamura, (1989) sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class	: Actinopterygii
Order	: Perciformes
Family	: Rachycentridae
Genus	: <i>Rachycentron</i>
Species	: <i>Rachycentron canadum</i>



Gambar 1. Ikan Cobia (Razal *et al.*, 2015)

Ikan merupakan sumber protein yang baik bagi tubuh dan non kolesterol karena memiliki lemak tak jenuh, memiliki vitamin dan mineral untuk memenuhi kebutuhan gizi tubuh. Komposisi kimia ikan dipengaruhi oleh jenis, umur, kelamin, habitat, musim dan kondisi ikan (Adawiyah, 2008; Zaitsev *et al.*, 1969). Komposisi kimia ikan cobia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Ikan Cobia

Komposisi	Kadar (%)
Air	75.27±0.04
Abu	0.97±0.1
Protein	16.58±0.25
Lemak	5.31±0.85

Sumber : Taheri (2009)

2.2 Kulit Ikan

Kulit merupakan bagian dari tubuh makhluk hidup yang berfungsi sebagai pelindung (Sunarto, 2001). Kulit mentah dibedakan menjadi dua golongan yaitu *hide* dan *skin*. *Hide* merupakan golongan kulit mentah dari hewan besar seperti kulit sapi, kerbau dan unta. Sedangkan *skin* adalah golongan kulit mentah dari hewan kecil seperti kulit kambing, domba, reptil dan ikan (Sharphouse, 1971).

Kulit ikan terdiri dari tiga lapisan yaitu lapisan epidermis, dermis (korium) dan hypodermis (subkutis) (Judoamidjojo, 1974). Epidermis merupakan lapisan kulit paling luar yang berfungsi sebagai pelindung dari pengaruh luar atau juga disebut lapisan tanduk (Gustavson, 1956). Pada epidermis terdapat lapisan *stratum germinativum* yang dapat menggandakan diri dan aktif dalam menggantikan sel luar yang rusak. Lapisan dermis merupakan lapisan terbesar dalam struktur kulit yang mencapai 80% dan mengandung serat-serat kolagen (Lagler *et al.*, 1977). Lapisan hypodermis merupakan lapisan paling bawah kulit yang menghubungkan antara dermis dengan bagian lain dari tubuh. Susunan dari lapisan hypodermis longgar dan banyak terdapat lemak.

Menurut Judoamijojo (1974), sekitar 80% dari bahan kering kulit ikan terdiri dari protein yang banyak macamnya serta kompleks komposisinya, protein kulit dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu (1) *globular protein* meliputi albumin dan globulin; (2) *fibrous protein* meliputi kolagen (yang terpening), keratin dan elastin. Protein kolagen ini yang digunakan dalam proses pembuatan gelatin.

2.3 Kolagen

Kolagen merupakan komponen utama dari jaringan ikat yang memiliki proporsi 30% dari total protein pada jaringan organ tubuh yang tersebar pada kulit, tendon, tulang, dan kartilago (Poppe, 1992; Wong, 1989). Kolagen adalah protein fibril (serabut) yang mempunyai fungsi kurang larut, *amorf*, dapat memanjang dan berkontraksi. Protein serabut ini tidak larut dalam pelarut encer, sulit dimurnikan, molekulnya terdiri dari susunan molekul yang panjang dan tidak membentuk kristal (Winarno, 1997).

Secara fisik kolagen terdiri dari benang-benang fibrial yang saling berpilin erat membentuk tropokolagen. Tropokolagen merupakan molekul dasar pembentuk kolagen yang memiliki struktur batang dengan berat molekul (BM) 300.000 (Lehninger, 1982). Pada struktur batang tersebut terdapat tiga rantai polipeptida yang sama panjang membentuk struktur heliks. Tiap tiga rantai polipeptida dalam unit tropokolagen membentuk struktur heliks tersendiri, menahan bersama-sama dengan ikatan hidrogen antara kelompok N-H dari residu glisin pada rantai yang satu dengan kelompok C-O pada rantai lainnya. Cincin pirolidin, prolin, dan hidroksiprolin membantu pembentukan rantai polipeptida dan memperkuat tripel heliks (Wong, 1989).

Kolagen bersifat tidak larut air, kolagen jika dipanaskan dalam air, asam encer, dan basa maka akan terkonversi menjadi gelatin (Almatsier, 2002). Suhu pemanasan atau ekstraksi dalam konversi kolagen menjadi gelatin berkisar antara 50-100°C (Hinterwaldner, 1977). Dalam penelitian yang dilakukan Marsaid dan Lukman (2011), suhu ekstraksi yang digunakan untuk mengkonversi kolagen menjadi gelatin adalah suhu 70, 75 dan 80°C.

2.4 Gelatin

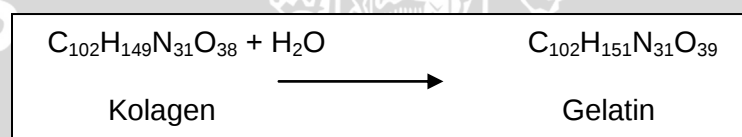
Gelatin merupakan protein terdenaturasi yang diperoleh dari jaringan kolagen hewan yang terdapat pada tulang, kulit dan jaringan ikat. Pada ikan

gelatin dapat dihasilkan dari kolagen yang terdapat pada tulang dan kulit (Muyonga *et al.*, 2004). Gelatin merupakan polipeptida dengan bobot molekul 20.000 gram/mol sampai 250.000 gram/mol (Suryani *et al.*, 2009).

Proses pembuatan gelatin dibagi dalam tiga tahap menurut Junianto (2006); Haris (2008) yaitu;

1. Penghilangan komponen non kolagen dari bahan baku dengan atau tanpa pengurangan ikatan antara komponen kolagen.
2. Konversi kolagen menjadi gelatin.
3. Pemurnian dengan penyarianan dan pengeringan.

Reaksi kimia konversi kolagen menjadi gelatin melalui hidrolisis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Reaksi Kimia Konversi Kolagen menjadi Gelatin

Konversi kolagen menjadi gelatin melibatkan tiga proses perubahan yaitu pemutusan sejumlah ikatan peptida untuk memperpendek rantai, pemutusan atau pengacauan sejumlah ikatan samping antar rantai, dan perubahan konfigurasi rantai (Junianto *et al.*, 2006). Selama konversi kolagen menjadi gelatin, molekul yang menghubungkan rantai kolagen dan beberapa ikatan peptida rusak (Muyonga *et al.*, 2004). Gelatin dihasilkan dari denaturasi kolagen melalui proses pemanasan atau ekstraksi. Suhu ekstraksi berkisar antara 40-100°C (Grossman dan Bergman, 1991; Viro 1992).

Penggunaan gelatin pada bidang pangan lebih merupakan salah satu hidrokoloid atau polimer larut air yang lebih disebabkan penggunaan dalam bidang pangan oleh sifat fisik yang unik dibandingkan karena nilai gizinya sebagai sumber protein. Dalam industri pangan gelatin berfungsi sebagai pembentuk gel, bahan pengental, penstabil, dan pengemulsi (Ward dan Courts, 1977). Gelatin

mempunyai sifat *reversible* karena gelatin yang membentuk gel bila dipanaskan akan terbentuk sol dan jika didinginkan akan kembali berbentuk gel. Sifat ini yang membedakan gelatin dengan gel dari pektin, alginat, pati, albumin telur dan protein susu yang bersifat *irreversible* (Imeson, 1992).

Standar mutu gelatin sangat penting karena menjadi acuan dalam pembuatan dan kualitas produk yang dihasilkan untuk kemudian diaplikasikan pada bidang pangan maupun industrial. Adapun standar gelatin dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Gelatin

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

Sumber: Norland Product (2003)

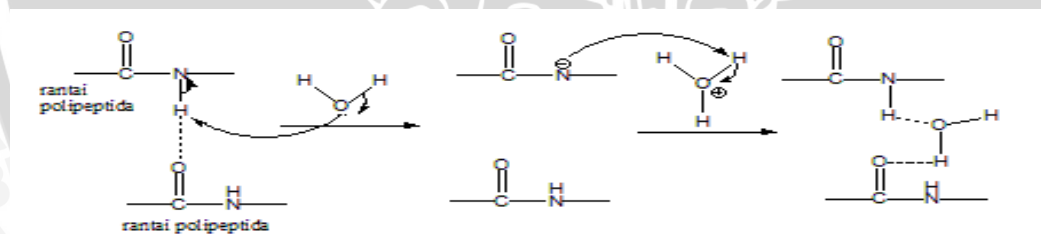
2.5 Metode Ekstraksi

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

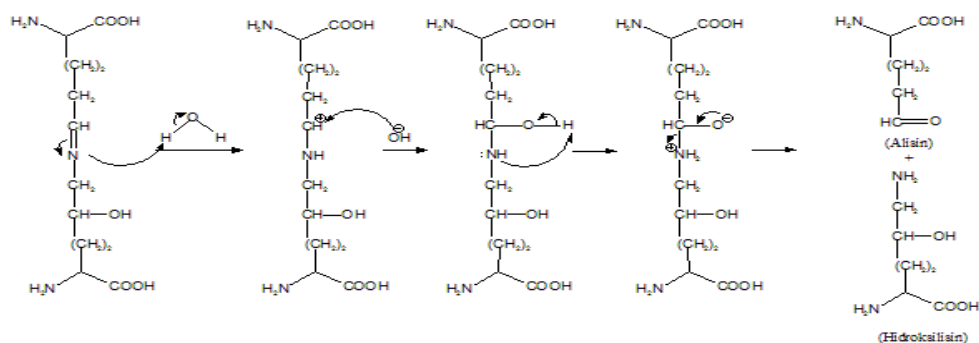
dilanjutkan dengan menggunakan *freeze dryer* atau oven pada suhu antara 30-60°C (Viro, 1992).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hakim (2015), suhu ekstraksi yang digunakan adalah 70°C dan 80°C. Suhu ekstraksi 80°C menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu ekstraksi 70°C. Semakin tinggi suhu ekstraksi maka kolagen yang terurai menjadi filtrat gelatin semakin banyak. Hal ini sesuai pendapat Ward dan Croust (1977), konversi kolagen menjadi gelatin dipengaruhi oleh suhu, waktu pemanasan, dan pH.

Ekstraksi gelatin dilakukan pada suhu susut kolagen yaitu 45°C. Proses ekstraksi umumnya dilakukan diatas suhu susut kolagen tersebut yaitu misalnya pada suhu 60°C-70°C. Jika suhu ekstraksi dilakukan diatas suhu tersebut maka serabut tripel heliks yang dipecah menjadi lebih panjang sehingga kolagen yang diubah menjadi gelatin menjadi lebih banyak (Junianto *et al.*, 2006). Reaksi pemutusan ikatan hidrogen tropokolagen dan reaksi pemutusan ikatan silang kovalen tropokolagen dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Reaksi Pemutusan ikatan hidrogen tropokolagen (Martianingsih dan Atmajaya, 2010)



Gambar 4. Reaksi hidrolisis ikatan silang kovalen tropokolagen (Martianingsih dan Atmajaya, 2010)

Proses ekstraksi dalam pembuatan gelatin bertujuan untuk memutus ikatan peptida pada kolagen menjadi peptida *single helix* dengan bantuan panas, ikatan peptida yang terputus ini adalah gelatin. Keberadaan asam dalam proses ekstraksi yang didapatkan dari proses perendaman dengan asam, menyebabkan pemutusan ikatan peptida yang berlebihan sehingga gelatin yang dihasilkan memiliki panjang rantai yang pendek. Pendeknya rantai peptida tersebut berpengaruh terhadap parameter viskositas, kekuatan gel, dan titik leleh (Antonius *et al.*, 2012).

Berdasarkan proses pembuatannya terdapat dua jenis gelatin yaitu Tipe A dan Tipe B. Gelatin Tipe A diproduksi melalui proses asam sedangkan Tipe B diproduksi melalui proses basa. Pada proses pembuatan gelatin Tipe A melalui proses asam, bahan baku diberikan perlakuan perendaman dalam larutan asam organik seperti asam klorida, asam sulfat, asam sulfit atau asam fosfat, sedangkan proses produksi gelatin Tipe B melalui proses basa, perlakuan yang diberikan adalah perendaman dalam air kapur, proses ini sering dikenal sebagai proses alkali (Utama, 1997).

Asam mampu mengubah serat kolagen tripel heliks 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). Sifat gelatin berdasarkan tipe proses disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar Gelatin Berdasarkan Jenis

Sifat	Tipe A	Tipe B
Kekuatan gel (bloom)	50-300	50-300
Viskositas (cP)	1,50-7,50	2,00-7,50
Kadar abu (%)	0,30-2,00	0,50-2,00
pH	3,80-6,00	5,00-7,10
Titik Isoelektrik	7,00-9,00	44,70-5,40
Kadar air	<16,00	<16,00

Sumber: GMIA (2012)

2.6 Sifat Fisika-Kimia Gelatin

Sifat fisik, kimia, dan fungsional gelatin merupakan sifat yang sangat penting dalam menentukan mutu gelatin. Sifat yang dapat dijadikan parameter dalam menentukan mutu gelatin antara lain adalah kekuatan gel, viskositas, dan rendemen. Menurut Glicksman (1969), kekuatan gel dipengaruhi oleh pH, adanya komponen elektrolit dan non elektrolit serta bahan tambahan lainnya. Sedangkan viskositas dipengaruhi antara lain oleh interaksi hidrodinamik antar molekul gelatin, suhu, pH, dan konsentrasi (Poppe, 1992).

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

Salah satu parameter yang ditetapkan dalam penentuan standar mutu gelatin adalah pH atau derajat keasaman. Pengukuran nilai pH larutan gelatin penting dilakukan, karena pH larutan gelatin mempengaruhi sifat gelatin lainnya seperti viskositas, kekuatan gel, dan berpengaruh juga terhadap aplikasi gelatin dalam produk. Derajat keasaman (pH) gelatin diperoleh dengan cara pengukuran produk gelatin yang dilarutkan dalam aquades. Hinterwaldner (1977) menyatakan

bahwa nilai pH gelatin berhubungan dengan proses yang dilakukan. Proses perendaman dalam asam cenderung menghasilkan gelatin dengan pH yang rendah, oleh karena itu proses penetralan dengan cara pencucian *ossein* dalam produksi gelatin memiliki peran penting agar diperoleh gelatin yang bernilai ekonomis. Pencucian ditujukan untuk menghilangkan HCl yang masih tersisa dan menghindari penguraian lebih lanjut terhadap *ossein*, ditandai dengan pH netral pada air pencuci dan *ossein*. Pencucian yang tidak optimal berpotensi menyisakan asam berlebih dalam rongga *ossein*, sehingga gelatin yang diperoleh memiliki pH yang lebih rendah dan tidak memenuhi standar. Meskipun demikian, pH gelatin tulang sudah memenuhi batas pH yang ditetapkan dalam Tourtellote (1980), yaitu 3,8-6,0. Dengan demikian, pencucian *ossein* yang dilakukan dalam penelitian sudah baik dan optimal.

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

Kekuatan gel adalah salah satu parameter dari tekstur suatu bahan dan merupakan gaya untuk menghasilkan deformasi tertentu. Kekuatan gel gelatin diidentifikasi sebagai besarnya kekuatan yang diperlukan oleh *probe* untuk

menekan gel sampai pada kedalaman 4 mm dengan kecepatan 0,5 mm/s. Titik gel gelatin adalah suhu pada waktu larutan gelatin membentuk gel secara perlahan-lahan ketika didinginkan pada suhu *cilling*. Titik leleh gelatin adalah suhu ketika gelatin yang telah membentuk gel mencair ketika dipanaskan perlahan-lahan (deMan, 1989).

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

- i. Gelatin dengan Bloom tinggi (250-300 g bloom).
- ii. Gelatin dengan Bloom sedang (150-250 g bloom).
- iii. Gelatin dengan Bloom rendah (50-150 g bloom).

Gelatin dapat mengembang dan menyerap air 5-10 kali dari beratnya untuk membentuk gel sebagai larutan cair pada kisaran suhu 30-35°C. Menurut Poppe (1997), gelatin memiliki titik leleh dibawah 37°C, ini artinya dapat meleleh di dalam mulut dan mudah sekali larut.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan adalah kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*) beku yang diperoleh dari PT. Alam Jaya, Surabaya, Jawa Timur. Bahan lain yang digunakan adalah : akuades, NaOH, asam asetat *pro analysis* 97% yang diperoleh dari toko Makmur, Malang, Jawa Timur dan bahan-bahan yang digunakan untuk analisis 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 , akuades, aseton, dan H_3BO_3 , petroleum eter, natrium asetat serta kertas saring whatman 41.

3.1.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan gelatin kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*) adalah *beaker glass* 1000 mL, gelas ukur, pipet volume, bola hisap, *waterbath shaker*, spatula, timbangan digital, pisau, nampan, oven, loyang, grinder, *thermometer*, dan pH meter.

Alat yang digunakan untuk analisa gelatin kulit ikan cobia adalah mortar dan alu, oven, spatula, timbangan digital, pH meter, gelas ukur, loyang, *waterbath shaker*, 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.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu ekstraksi terhadap kualitas gelatin kulit ikan cobia. Metode yang digunakan adalah

eksperimen. Metode eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Metode eksperimen juga menerapkan bagian dari metode kuantitatif yang mempunyai ciri khas tersendiri, terutama dengan adanya kelompok kontrolnya (Sugiyono, 2013).

3.2.1 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, 55°C serta variabel terikat yaitu analisa proksimat, rendemen, kekuatan gel, viskositas, titik leleh, titik gel, pH, kadar protein, kadar air, kadar lemak, kadar abu, dan analisa FTIR

3.2.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 5 kali ulangan. Perlakuan dan ulangan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rancangan Penelitian (RAL)

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

Keterangan :

- A : Perlakuan suhu ekstraksi 45°C
- B : Perlakuan suhu ekstraksi 50°C
- C : Perlakuan suhu ekstraksi 55°C

Penelitian ini menggunakan analisis data statistik dengan metode

Analysis of Variance (ANOVA), dengan model analisa sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dimana :

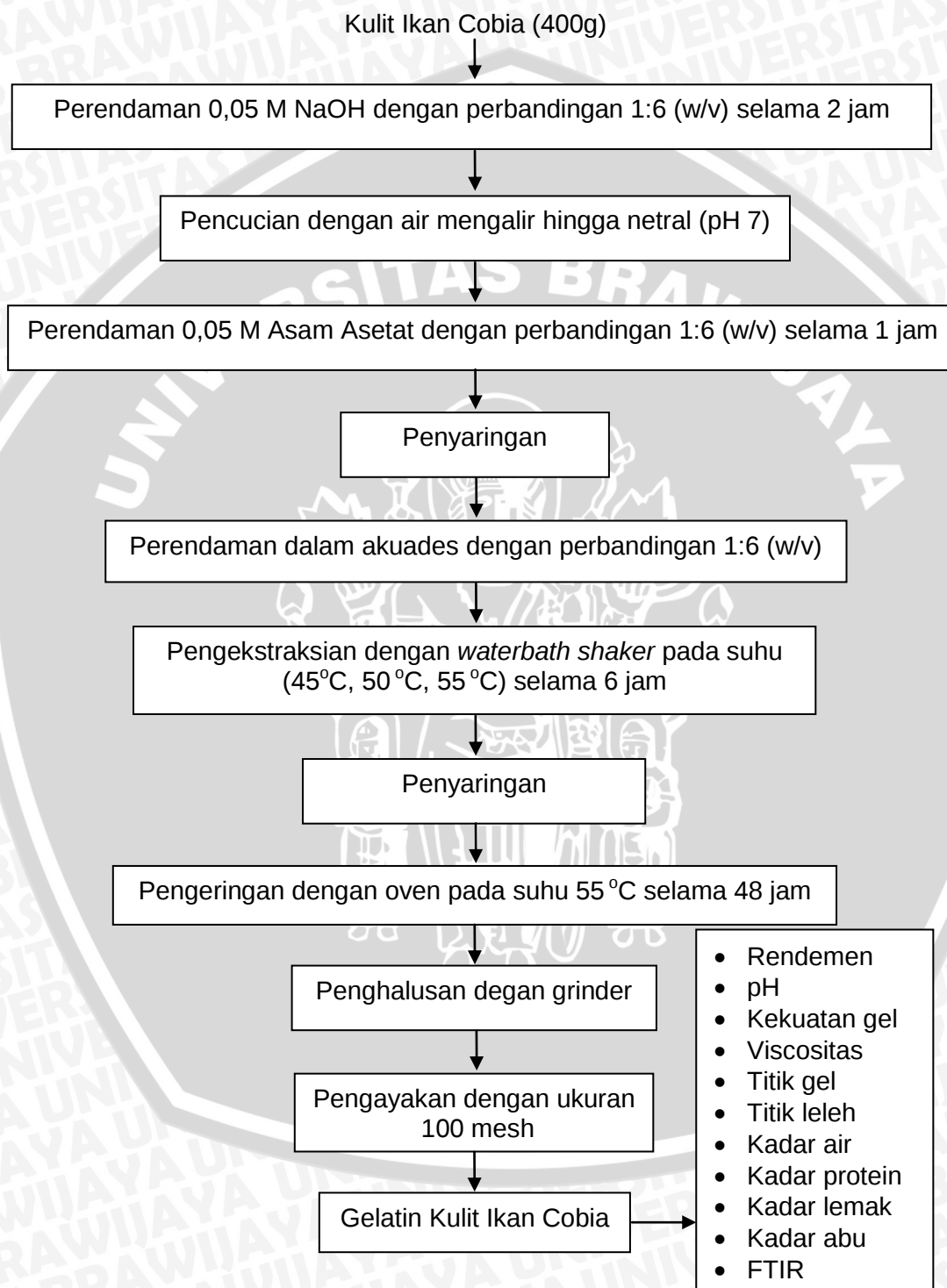
- Y_{ij} : hasil pengamatan
- μ : nilai rata-rata umum
- T_i : konsentrasi gula pada taraf ke-i
- ϵ_{ij} : galat percobaan pada taraf ke-i dan ulangan pada taraf ke-j
- i : konsentrasi gula ke-i
- j : ulangan ke-j

Selang kepercayaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 95%.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan gelatin ikan cobia yaitu proses thawing kulit ikan yang beku yaitu dengan merendam dan mengalirkan air kedalam wadah yang berisi kulit beku. Kemudian dilakukan pengecilan ukuran kulit menjadi 1-2 cm. selanjutnya kulit direndam dalam 0,05 M NaOH dengan rasio kulit / solusi 1:6 (w/v) dan diaduk selama 2 jam pada suhu kamar (26-28°C) untuk menghilangkan protein non kolagen. Larutan alkali diganti setiap jam. Kemudian kulit dicuci dengan air mengalir sampai netral (pH 7). Setelah itu, kulit dibilas dengan akuades. Selanjutnya kulit direndam dalam 0,05 M asam asetat dengan rasio kulit / solusi 1:6 (w/v) selama 1 jam dengan pengadukan sampai kolagen membengkak dalam matriks kulit. Proses selanjutnya kulit diekstraksi dalam akuades dengan rasio kulit / air 1:6 (w/v) pada suhu (45°C, 50°C, dan 55°C) menggunakan *waterbath shaker* selama 6 jam untuk mengekstrak gelatin dari bahan kulit. Kemudian hasil ekstrak disaring menggunakan kain bancu dan dicetak dalam loyang. Filtrat yang dihasilkan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 55°C selama 48 jam. Gelatin lembaran yang telah kering, kemudian

dihaluskan dengan menggunakan grinder untuk mendapatkan gelatin dalam bentuk bubuk. Diagram alir penelitian tahap pertama dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema Kerja Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Cobia (* Modifikasi dari Sae-Law dan Soottawat (2015) dan Niu et al., (2013))

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, pH, titik leleh, dan titik gel, sedangkan sifat kimia gelatin antara lain kadar protein, kadar lemak, kadar air, kadar abu, dan analisis FTIR.

3.4.1 Rendemen (AOAC, 1995)

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

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

3.4.2 Kekuatan Gel (British Standard 757, 1975)

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

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

$$\begin{aligned}
 1 \text{ kg} &= 9,81 \text{ N} \\
 \text{Kekuatan gel (dyne/cm}^2\text{)} &= \frac{F}{G} \times 980 \\
 \text{Kekuatan gel (bloom)} &= 20 + (2,98 \times 10^{-3}) \times D
 \end{aligned}$$

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 g 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 Titik Leleh (Suryaningrum dan Utomo, 2002)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/v) disiapkan dengan aquades (melarutkan 7 gram gelatin dengan 105 ml aquadest). Larutan gelatin 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.

3.4.5 Titik Gel (Suryaningrum dan Utomo, 2002)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/v) (melarutkan 7 gram gelatin dengan 105 ml aquadest). 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.

3.4.6 Derajat Keasaman (pH) (British Standard 757, 1975)

Gelatin sebanyak 0,2 g dilarutkan dalam 20 ml aquades pada suhu 60°C. Gelatin dihomogenkan dengan *magnetic stirer*. Kemudian diukur derajat keasamannya (pH) pada suhu kamar dengan pH meter.

3.4.7 Kadar Protein Metode Kjeldahl (AOAC, 1995)

Penentuan kadar protein dilakukan dengan metode mikro-kjeldahl. Gelatin ditimbang sebanyak 0,2 g dan dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 30 ml. Kemudian ditambah 2 g K_2SO_4 , 50 mg HgO dan 2,5 ml H_2SO_4 . Gelatin 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 dititiasi dengan HCl 0.02 N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Perhitungan kadar protein menggunakan rumus :

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

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

3.4.8 Kadar Lemak Metode Goldfish (Sudarmadji et al., 2010)

Prinsip dari metode Goldfish adalah melarutkan lemak yang ada di dalam bahan selama beberapa jam dengan menggunakan bahan pelarut lemak. Prosedur dari metode ini adalah timbang bahan yang telah dibungkus sebanyak 5 g dan diletakkan dalam kertas saring, kemudian dimasukkan ke dalam *trimble*. Pasang *trimble* yang telah berisi sampel gelatin pada *sample tube* yang berupa gelas penyangga dengan bagian bawah terbuka dan berada tepat di bawah kondensor Goldfish. Masukkan pelarut protelium eter decukupnya ke dalam gelas piala yang telah diketahui beratnya. Kemudian pasang gelas piala yang telah diketahui beratnya. Kemudian pasang gelas piala pada kondensor hingga

tidak dapat diputar-putar lagi. Alirkan air ke kondensor dan naikkan pemanas sampai menyentuh bagian bawah gelas piala. Kemudian nyalakan aliran listrik. Lakukan ekstraksi selama 4 jam. Setelah selesai, turunkan pemanas dan tunggu hingga tidak ada pelarut yang menetes lagi. Lemapkan gelas piala dari kondensor dan keringkan dengan oven pada suhu 105°C hingga pelarut menguap seluruhnya. Timbang berat gelas piala, selisih berat gelas piala merupakan banyaknya lemak pada bahan. Presentas lemak dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Lemak} = \frac{\text{berat gelas piala akhir} - \text{berat gelas piala awal}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

3.4.9 Kadar Air Metode Gravimetri (AOAC, 1995)

Prosedur penentuan kadar air dilakukan dengan cara menimbang 5 g gelatin 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 gelatin 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.

Penentuan kadar air 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

3.4.10 Kadar Abu Metode Pengeringan (AOAC, 1995)

Prosedur penentuan kadar abu dilakukan dengan cara menimbang sebanyak 5 g gelatin 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 abu-abu. 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 :

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

3.4.11 Analisis FTIR (Kristianingrum, 2014)

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. Langkah analisis yaitu menghaluskan sampel dalam mortar kecil bersama kristal kalium bromida (KBr) dalam jumlah 0,5-2 mg sampel ditambah 80-100 mg kalium bromida (KBr). Mengepres campuran tersebut diantara dua skrup memakai kunci, membuka kedua skrupnya dan meletakkan band yang berisi tablet cuplikan tipis ditempat spektrofotometer inframerah dengan lubang mengarah ke sumber radiasi. Kemudian sampel dibaca dari daerah serapan 4000-500 cm⁻¹.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

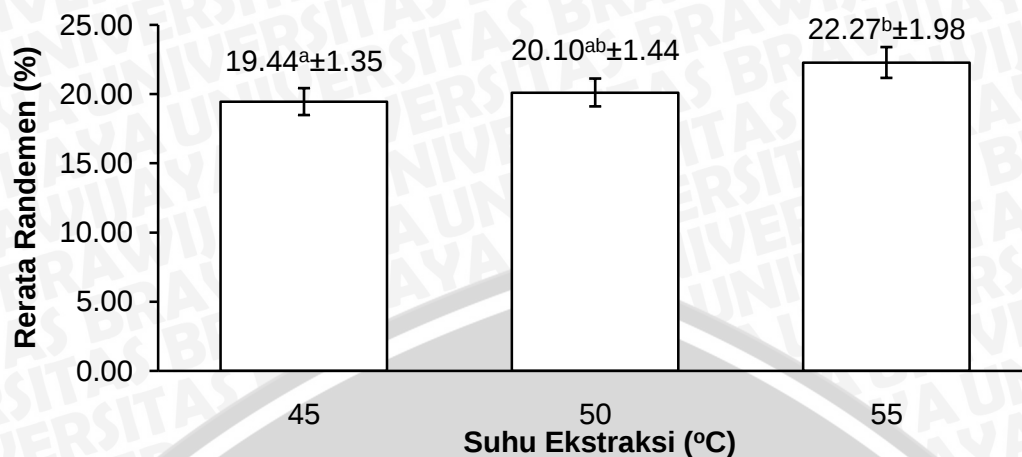
Berdasarkan hasil pengujian sifat fisika-kimia gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi 45°C, 50°C, 55°C, gelatin komersial, gelatin standart berdasarkan SNI dan gelatin standart berdasarkan GMIA dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Parameter Fisika-Kimia Gelatin Kulit Ikan Cobia Dengan Perlakuan Suhu, Gelatin Komersial, Dan Gelatin Standart

Parameter Proksimat dan Fisikokimia	Suhu Ekstraksi			Gelatin komersial	Gelatin Standart (SNI,1995)	Gelatin (GMIA,2007)
	45°C	50°C	55°C			
Rendemen (%)	19,44 ^a	20,10 ^{ab}	22,27 ^b	-	-	-
Kekuatan gel (Bloom)	84,08 ^a	162,44 ^c	119,99 ^b	318,300	-	50-300
Viskositas (cP)	8 ^a	14 ^b	18 ^c	9,75	-	1,5-7,5
Titik Leleh (°C)	26 ^a	26 ^a	27 ^a	29,60	-	-
Titik Gel (°C)	12 ^a	13 ^a	13 ^a	19,50	-	-
pH	5,83 ^a	5,40 ^a	5,16 ^a	4,00	-	3,8 -5,5
Kadar protein (%)	90,49 ^a	88,52 ^a	87,03 ^a	87,70	-	-
Kadar lemak (%)	1,70 ^a	1,55 ^a	1,36 ^a	0,23	-	-
Kadar air (%)	8,34 ^a	8,47 ^a	8,16 ^a	12,93	Maks. 16	-
Kadar abu (%)	0,60 ^a	0,68 ^a	0,62 ^a	1,63	Maks. 3,25	0,3

4.1 Rendemen

Data pengamatan dan analisis data rendemen gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran (2). Hasil analisis data menunjukkan bahwa suhu ekstraksi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap rendemen gelatin kulit ikan cobia. Rendemen gelatin ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar (6).



Gambar 6. Grafik Rendemen Gelatin Kulit Ikan Cobia

Gambar (6) menunjukkan bahwa hasil rendemen gelatin kulit ikan cobia berkisar antara 19,45–22,27%. Hasil rendemen lebih tinggi dibandingkan dengan rendemen gelatin kulit ikan nila dan kurisi putih yaitu 8,31% dan 5,78% (Pranoto, 2008), ikan tuna yaitu 15,01% (Agustin dan Meity, 2015), tetapi lebih rendah dibandingkan rendemen kulit ikan salmon dan cod yaitu 39,7% dan 44,8% (Arne dan Asbjorn, 2007). Hasil rendemen tertinggi diperoleh pada suhu ekstraksi 55°C yaitu 22,27%, sedangkan rendemen terendah diperoleh pada suhu ekstraksi 45°C yaitu 19,44%.

Gambar (6) menunjukkan bahwa suhu 55°C merupakan suhu optimum, dimana pada suhu tersebut kolagen menjadi gelatin terkonversi secara sempurna sehingga rendemen yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan rendemen pada suhu 50°C dan 45°C. Menurut Saleh (2008), suhu ekstraksi yang tinggi akan meningkatkan hidrolisis struktur rantai heliks dan ikatan peptida kolagen menjadi rantai yang terpisah, sehingga filtrat (rendemen) gelatin semakin banyak. Suhu ekstraksi 70°C menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan suhu 60°C yaitu 3,53% dan 1,63% (Wulandari dan Budi, 2013).

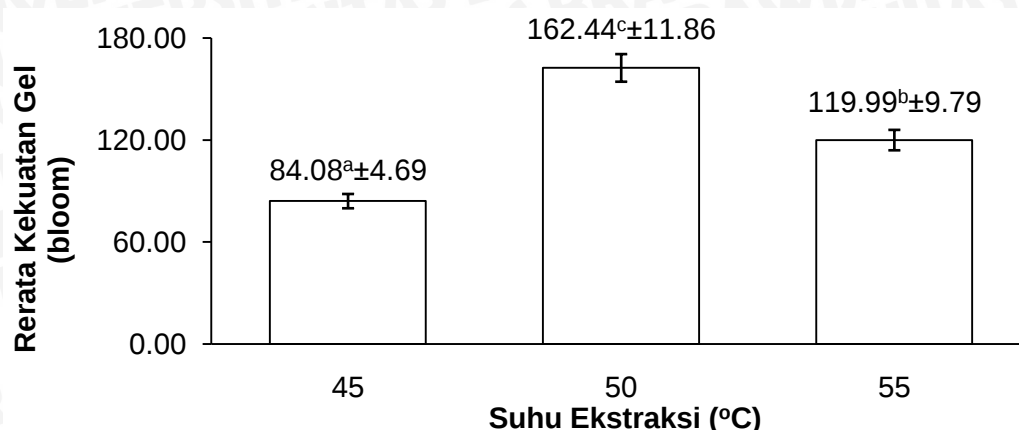
Gambar (6) menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi maka rendemen yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan suhu

ekstraksi yang tinggi berperan pada perubahan rantai tripel heliks menjadi rantai tunggal menjadi maksimal, sehingga rendemen yang dihasilkan akan semakin tinggi. Menurut Ward dan Courts (1977), bahwa suhu, waktu pemanasan dan, pH dapat mempengaruhi konversi kolagen menjadi gelatin. Hal ini sesuai Sukkwai *et al.*, (2011) bahwa suhu ekstraksi berperan dalam pemutusan (*breaking down*) struktur tripel heliks untuk menghasilkan molekul gelatin yang lebih kecil sehingga rendemen gelatin akan meningkat seiring peningkatan suhu ekstraksi.

Tingginya rendemen gelatin yang dihasilkan menurut Kusumawati *et.al.*, (2008), diduga karena pada perendaman menggunakan asam, jumlah ion H^+ yang menghidrolisis kolagen dari rantai tripel heliks menjadi rantai tunggal lebih banyak, kecenderungan ini mencapai batasnya apabila ion H^+ dalam jumlah berlebih menghidrolisis kolagen lebih jauh sehingga terjadi hidrolisis lanjutan yang berakibat sebagian gelatin turut terdegradasi dan menyebabkan jumlah gelatin turun.

4.2 Kekuatan Gel

Data pengamatan dan analisis data kekuatan gel gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran (3). Hasil analisis data menunjukkan bahwa suhu ekstraksi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kekuatan gel gelatin kulit ikan cobia. Kekuatan gel gelatin ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar (7).



Gambar 7. Grafik Kekuatam Gel Gelatin Kulit Ikan Cobia

Gambar (7) menunjukkan bahwa hasil kekuatan gel gelatin kulit ikan cobia berkisar antara 84,08-162,45 bloom. Nilai kekuatan gel hasil penelitian masuk dalam persyaratan mutu gelatin yang memiliki kisaran kekuatan gel 50-300 bloom (GMIA, 2007). Hasil kekuatan gel tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 50°C yaitu sebesar 162,44 bloom, sedangkan hasil kekuatan gel terendah diperoleh pada suhu 45°C yaitu sebesar 84,08 bloom.

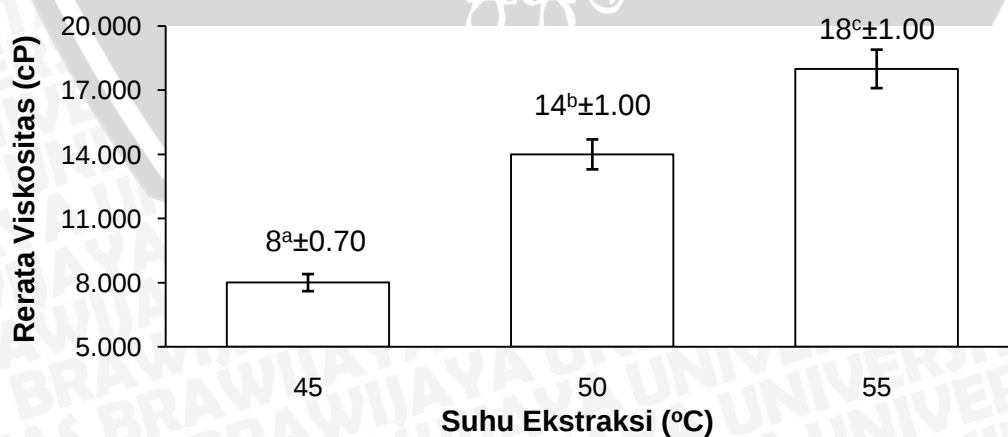
Gambar (7) menunjukkan bahwa pada suhu 50°C merupakan suhu optimum dimana dihasilkan rantai asam amino yang panjang pada saat proses konversi kolagen menjadi gelatin sehingga kekuatan gel gelatin tertinggi dihasilkan. Sedangkan pada suhu 45°C diduga belum terjadi pemutusan rantai asam amino secara sempurna sehingga dihasilkan kekuatan gel yang rendah dan pada suhu 55°C diduga rantai asam amino telah terputus menjadi rantai yang pendek karena denaturasi suhu yang tinggi. Kekuatan gel berkaitan dengan panjang rantai asam amino, dimana rantai asam amino yang panjang akan menghasilkan kekuatan gel yang tinggi (Astawa dan Aviana, 2002). Menurut penelitian Wulandari dan Budi (2013), suhu optimum dihasilkan kekuatan gel terbesar pada suhu ekstraksi 70°C yaitu 265,9 bloom sedangkan pada suhu 60°C yaitu 85,6 bloom dan pada suhu 80°C yaitu 174,8 bloom. Ditambahkan Sukkwai *et al.*, (2011) menyatakan bahwa suhu ekstraksi yang tinggi dapat menyebabkan

degradasi protein dan denaturasi yang menghasilkan protein sederhana yang memiliki nilai kekuatan gel yang rendah.

Rendahnya kekuatan gel gelatin dapat disebabkan karena pengaruh perendaman asam yang menyebabkan pemutusan ikatan peptida yang berlebih sehingga gelatin yang dihasilkan memiliki panjang rantai peptida yang pendek. Ditambahkan oleh Efendi *et al.*, (2012), bahwa pembentukan gel merupakan hasil ikatan hidrogen antara molekul-molekul gelatin terhadap molekul air sehingga membentuk tekstur gel, serta terjadi ikatan antar peptida sehingga membentuk struktur tiga dimensi yang mengandung pelarut didalam celahnya. Struktur ini dapat menyerap pelarut secara osmosis sehingga terjadi pengembangan dan mempertahankannya sehingga larutan menjadi gel. Pendeknya ikatan peptida akan mengurangi ikatan hidrogen dan ikatan antar peptida sehingga kekuatan gel menjadi rendah dan mudah mencair.

4.3 Viskositas

Data pengamatan dan analisis viskositas gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran (4). Hasil analisis data menunjukkan bahwa suhu ekstraksi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap viskositas gelatin kulit ikan cobia. Viskositas gelatin ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar (8).



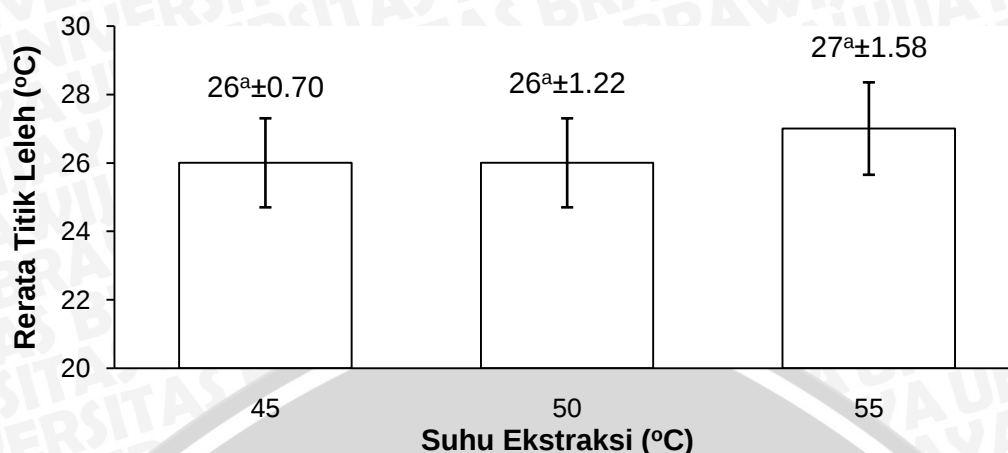
Gambar 8. Grafik Viskositas Gelatin Kulit Ikan Cobia

Gambar (8) menunjukkan bahwa hasil viskositas gelatin kulit ikan cobia berkisar antara 8-18 cP. Nilai viskositas gelatin cobia tidak masuk dalam kisaran standart mutu yang ditentukan oleh standart GMIA yaitu antara 1,5-7,5 cP (GMIA, 2007). Hasil viskositas tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 55°C yaitu sebesar 18 cP, sedangkan hasil viskositas terendah diperoleh pada suhu 45°C yaitu sebesar 8 cP.

Gambar (8) menunjukkan bahwa suhu ekstraksi berpengaruh terhadap nilai viskositas gelatin. Semakin tinggi suhu ekstraksi maka semakin tinggi nilai viskositas. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu ekstraksi menghasilkan rantai asam amino yang panjang sehingga nilai viskositas meningkat. Viskositas berhubungan dengan berat molekul rata-rata gelatin dan distribusi molekul (Stainsby, 1997). Ditambahkan oleh Wulandari dan Budi, (2013), bahwa semakin panjang rantai asam amino gelatin maka nilai viskositas dari gelatin akan semakin tinggi. Nurilmala (2004), menyatakan bahwa berat molekul gelatin berhubungan dengan panjang rantai asam aminonya. Semakin panjang rantai asam amino maka nilai viskositas semakin tinggi.

4.4 Titik Leleh

Data pengamatan dan analisis data titik leleh gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran (5). Hasil analisis data menunjukkan bahwa suhu ekstraksi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$) terhadap titik gel gelatin kulit ikan cobia. Titik leleh gelatin ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar (9).



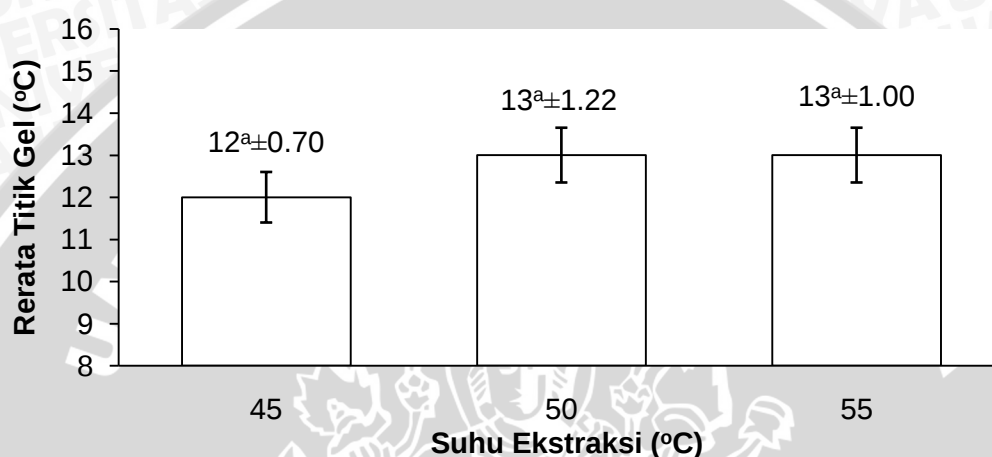
Gambar 9. Grafik Titik Leleh Gelatin Kulit Ikan Cobia

Gambar (9) menunjukkan bahwa titik leleh gelatin kulit ikan cobia berkisar antara 26-27°C. Nilai titik leleh tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 55°C yaitu sebesar 27°C, sedangkan titik leleh terendah diperoleh pada suhu 45°C dan 45°C yaitu sebesar 26°C. Menurut Wulandari dan Budi (2013), bahwa titik leleh gelatin dari ikan berkisar antara 11-28°C. Sedangkan nilai titik leleh gelatin dari babi dan sapi berkisar antara 20-25°C dan 28-31°C.

Gambar (9) menunjukkan bahwa suhu ekstraksi tidak mempengaruhi titik leleh dari gelatin kulit ikan cobia tetapi memiliki kecenderungan semakin tinggi suhu ekstraksi maka titik lelehnya semakin meningkat. Suhu yang tinggi diduga akan menyebabkan rantai asam amino dari gelatin melemahkan kemampuan mengikat air. Rendahnya titik leleh disebabkan rendahnya kandungan asam amino prolin dan hidroksiprolin di dalam gelatin sehingga mengakibatkan sedikitnya ikatan hidrogen dari gelatin terhadap air dalam larutan. Selain itu titik leleh dipengaruhi oleh konsentrasi gelatin dalam larutan, pH dan besarnya molekul gelatin (Wiratmaja, 2006). Nilai titik leleh gelatin sangat dipengaruhi oleh komposisi asam amino dan distribusi berat molekul gelatin (Duan, 2011).

4.5 Titik Gel

Data pengamatan dan analisis data titik gel gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran (6). Hasil analisis data menunjukkan bahwa suhu ekstraksi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$) terhadap titik gel gelatin kulit ikan cobia. Titik gel gelatin ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar (10).



Gambar 10. Grafik Titik Gel Gelatin Kulit Ikan Cobia

Gambar (10) menunjukkan hasil titik gel gelatin kulit ikan cobia berkisar antara 12°C sampai 13°C. Nilai-nilai tersebut sama dengan titik gel gelatin menurut Ratnasari *et al.*, (2013), yaitu 12°C. Titik gel tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C dan 55°C yaitu sebesar 13°C, sedangkan titik gel terendah dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C yaitu sebesar 12°C. Berdasarkan hasil pengujian Nurilmala (2004), suhu tersebut lebih rendah dari titik gel gelatin komersial yaitu 19,50°C, tetapi lebih tinggi dari titik gel gelatin standar laboratorium yaitu 1,30°C berdasarkan hasil pengujian.

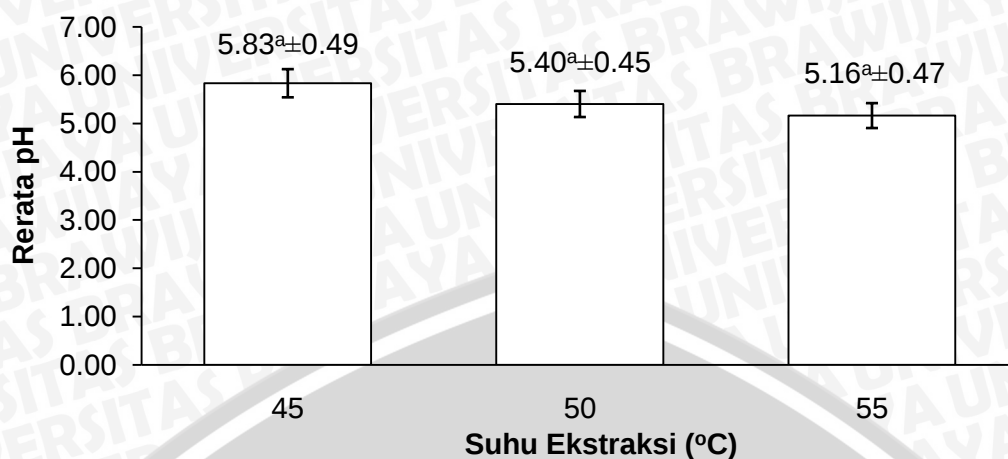
Titik gel gelatin hasil penelitian meningkat diduga disebabkan meningkatnya kadar protein seiring dengan bertambahnya suhu ekstraksi sebagai perlakuan. Kadar protein pada gelatin menentukan jumlah kandungan asam amino hidroksiprolin dalam gelatin. Berdasarkan Amiruldin (2007), yang

melakukan penelitian pada asam amino gelatin tulang ikan tuna bahwa titik gel dipengaruhi oleh jumlah asam amino hidroksiprolin, titik gel akan lebih rendah jika jumlah asam amino hidroksiprolin sedikit dan rendahnya hidroksiprolin membuat ikatan hidrogen dalam gelatin sedikit. 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).

4.6 pH (Derajat Keasaman)

Data pengamatan dan analisis data pH gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran (7). Hasil analisis data menunjukkan bahwa suhu ekstraksi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$) terhadap pH gelatin kulit ikan cobia. pH gelatin ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar (11).



Gambar 11. Grafik pH Gelatin Kulit Ikan Cobia

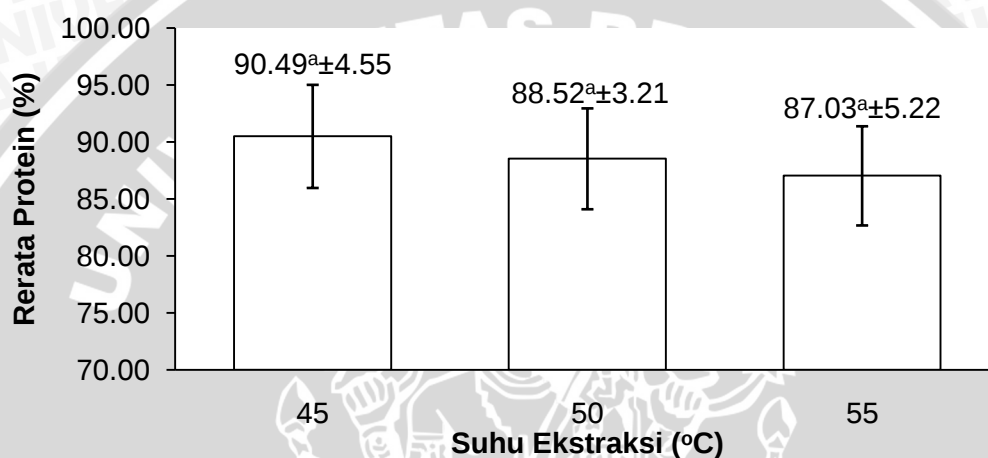
Gambar (11) menunjukkan bahwa rerata hasil pH gelatin kulit ikan cobia berkisar antara 5,16-5,83. Nilai pH hasil penelitian memenuhi kriteria bahan pangan yaitu 5,5-7 (Paranginangin *et al.*, 2005) dan sesuai persyaratan mutu gelatin yaitu antara 3,8-6,00 (GMIA, 2007). Nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 45°C yaitu sebesar 5,83, sedangkan nilai pH terendah diperoleh pada suhu 55°C yaitu sebesar 5,16.

Nilai pH hasil penelitian menunjukkan hasil yang bersifat asam, ini dikarenakan adanya asam yang masih terdapat didalam kulit pada saat perendaman asam asetat. Asam yang terperangkap didalam kulit saat proses perendaman sulit dihilangkan meski sudah dicuci untuk menghilangkan asam sehingga mempengaruhi pH akhir gelatin yang dihasilkan.

Menurut Agnes dan Meity (2015), saat proses perendaman asam serabut kolagen kulit akan mengalami proses pembengkakan. Saat terjadi pembengkakan struktur ikatan asam amino pada molekul kolagen mengalami pembukaan dan bahan perendaman terperangkap diantara ikatan tersebut. Bahan perendam yaitu asam yang terperangkap tidak larut saat proses netralisasi sehingga secara langsung akan mempengaruhi nilai pH akhir produk gelatin.

4.7 Kadar Protein

Data pengamatan dan analisis data kadar protein gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran (8). Hasil analisis data menunjukkan bahwa suhu ekstraksi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar protein gelatin kulit ikan cobia. Kadar protein gelatin ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar (12).



Gambar 12. Grafik Kadar Protein Gelatin Kulit Ikan Cobia

Gambar (12) menunjukkan bahwa kadar protein gelatin berkisar antara 87,03-90,49%. Nilai kadar protein ini sesuai dengan syarat SNI (2005) yang menyatakan bahwa standar mutu gelatin yaitu minimum 87,25%, nilai kadar protein pada perlakuan suhu ekstraksi 45°C dan 50°C sesuai standar sedang kadar protein perlakuan suhu ekstraksi 55°C belum mencapai standar tetapi mendekati nilai standar yaitu 87,03%. Nilai protein tertinggi diperoleh pada perlakuan 45°C yaitu 90,49% yang merupakan suhu optimum ekstraksi gelatin kulit ikan cobia, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan 55°C yaitu 87,03%.

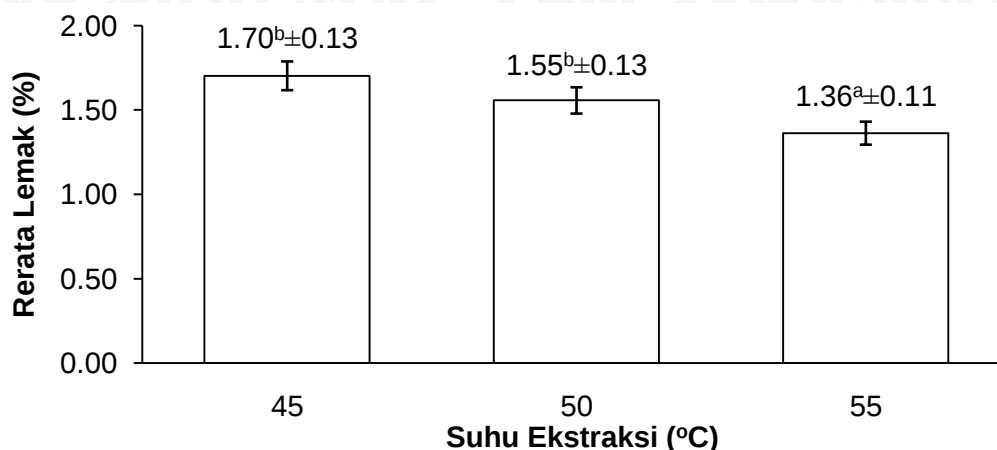
Hasil penelitian kadar protein gelatin kulit ikan cobia mengalami penurunan seiring dengan semakin tingginya suhu ekstraksi, hal ini disebabkan

karena suhu yang tinggi menyebabkan hidrolisis lanjutan. Menurut Wulandari dan Budi (2013), bahwa suhu ekstraksi yang tinggi akan mengakibatkan hidrolisis lanjutan sehingga sebagian gelatin turut terdegradasi dan menyebabkan turunya jumlah kadar protein.

Tingginya nilai kadar protein dapat dipengaruhi oleh proses perendaman kulit dengan asam. Proses perendaman dengan asam asetat mengakibatkan terjadinya reaksi pemutusan ikatan hidrogen dan terlepasnya komponen protein non kolagen secara optimal. Menurut Sukkwai *et al.*, (2011), perlakuan asam menyebabkan pembengkakan pada kulit dan penghilangan komponen protein non kolagen, sedangkan ekstraksi panas menyebabkan kerusakan struktur tripel heliks sehingga menghasilkan molekul kecil gelatin. Ditambahkan oleh Trilaksani *et al.*, (2012) bahwa proses perendaman terjadi reaksi pemutusan ikatan hidrogen dan pembukaan struktur koil kolagen yang terjadi secara optimum sehingga jumlah protein yang terekstrak pada suhu yang tepat menjadi lebih banyak. Penggunaan asam yang berlebih dalam perendaman dapat menyebabkan terjadinya hidrolisis lanjutan molekul kolagen, dan menyebabkan turunnya protein yang dihasilkan (Niu *et al.*, 2013).

4.8 Kadar Lemak

Data pengamatan dan analisis data kadar lemak gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran (9). Hasil analisis data menunjukkan bahwa suhu ekstraksi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar lemak gelatin kulit ikan cobia. Kadar lemak gelatin ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar (13).



Gambar 13. Grafik Kadar Lemak Gelatin Kulit Ikan Cobia

Gambar (13) menunjukkan hasil kadar lemak gelatin kulit ikan cobia berkisar antara 1,36-1,70%. Hasil kadar lemak penelitian sesuai dengan persyaratan mutu gelatin, dimana kadar lemak tidak lebih dari 5% (Trilaksani *et al.*, 2012). Kadar lemak tertinggi diperoleh pada perlakuan 45°C yaitu 1,70%, sedangkan kadar lemak terendah diperoleh pada perlakuan 55°C yaitu 1,36%.

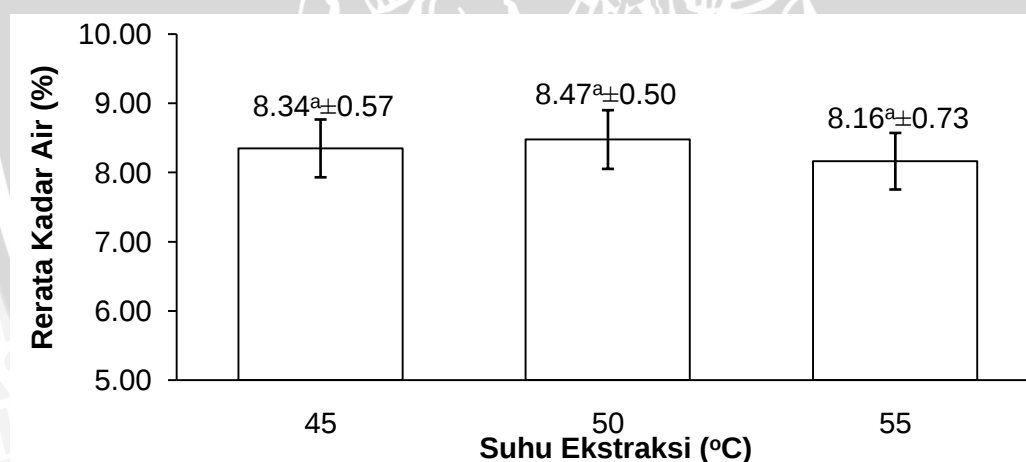
Gambar (13) menunjukkan bahwa suhu 55°C merupakan suhu optimum karena semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan, maka kadar lemak semakin rendah. Hal ini disebabkan karena rusaknya struktur lemak karena panas. Menurut Juliasti *et al.*, (2015) pemanasan dengan ekstraksi dapat mengakibatkan kerusakan pada lemak sehingga lemak akan terpisah dan terapung dipermukaan.

Rendahnya kadar lemak dipengaruhi oleh NaOH (*Natrium hidroksida*) yang mampu memaksimalkan proses *degreasing* yaitu menghilangkan lemak pada bahan baku. Menurut Wijaya *et al.*, (2015), bahwa NaOH dapat mengikis lemak yang masih tersisa pada bahan baku pembuatan gelatin, dikarenakan NaOH yang dilarutkan dalam air memiliki sifat sangat larut air dan memiliki sifat panas sehingga dapat mengikis lemak.

Kadar lemak pada gelatin tergantung pada perlakuan selama proses pembuatan gelatin, baik pada tahap pembersihan kulit, tahap *degreasing*, dan penyaringan filtrat hasil ekstraksi. Penyaringan filtrat sangat penting dimana penyaringan menggunakan kain saring dapat menyaring lemak yang tertinggal secara maksimal sehingga lemak tidak ikut masuk dalam proses pengeringan (Yenti *et al.*, 2015; Rusli, 2004).

4.9 Kadar Air

Data pengamatan dan analisis data kadar air gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran (10). Hasil analisis data menunjukkan bahwa suhu ekstraksi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air gelatin kulit ikan cobia. Kadar air gelatin ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar (14).



Gambar 14. Grafik Kadar Air Gelatin Kulit Ikan Cobia

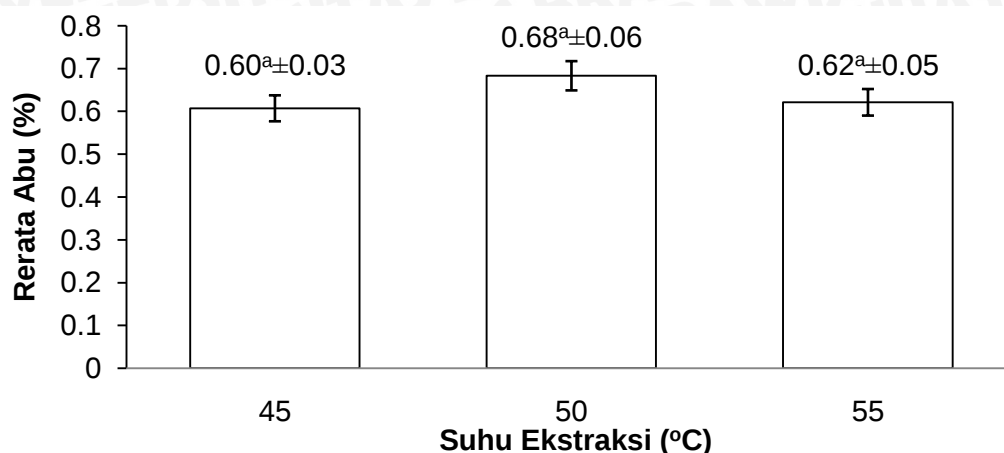
Gambar (14) menunjukkan hasil kadar air gelatin kulit ikan cobia berkisar antara 8,16 – 8,48. Kadar air gelatin kulit ikan cobia memenuhi syarat standar yang ditetapkan SNI (1995) yaitu maksimum 16%. Kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C yaitu 8,47, sedangkan kadar air terendah diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 55°C yaitu 8,16. Kadar air menunjukkan

kecenderungan meningkat pada suhu 50°C dan mengalami penurunan pada suhu 55°C, hal ini menunjukkan bahwa air yang terikat dan air bebas dalam gelatin suhu ekstraksi 50°C lebih banyak dibandingkan gelatin dengan suhu ekstraksi 55°C. Menurut Winarno (1997), pada pengukuran kadar air, air yang terukur adalah jenis air yang berada dalam bentuk terikat secara fisik dan air yang berada dalam bentuk bebas.

Gambar (11) menunjukkan hasil kadar air gelatin kulit ikan cobia memiliki kadar air yang rendah, hal ini diduga karena dalam proses pengeringan menggunakan oven dengan suhu 55°C selama 48 jam menyebabkan gelatin banyak kehilangan air. Pada proses pengeringan gelatin komersial biasanya menggunakan *freeze dryer*, sehingga jumlah air yang menguap lebih sedikit daripada gelatin yang dikeringkan dengan oven yaitu 12,21% (Setiawati, 2009).

4.10 Kadar Abu

Data pengamatan dan analisis data kadar abu gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran (12). Hasil analisis data menunjukkan bahwa suhu ekstraksi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar abu gelatin kulit ikan cobia. Kadar abu gelatin ikan cobia dengan suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar (15).



Gambar 15. Grafik Kadar Abu Gelatin Kulit Ikan Cobia

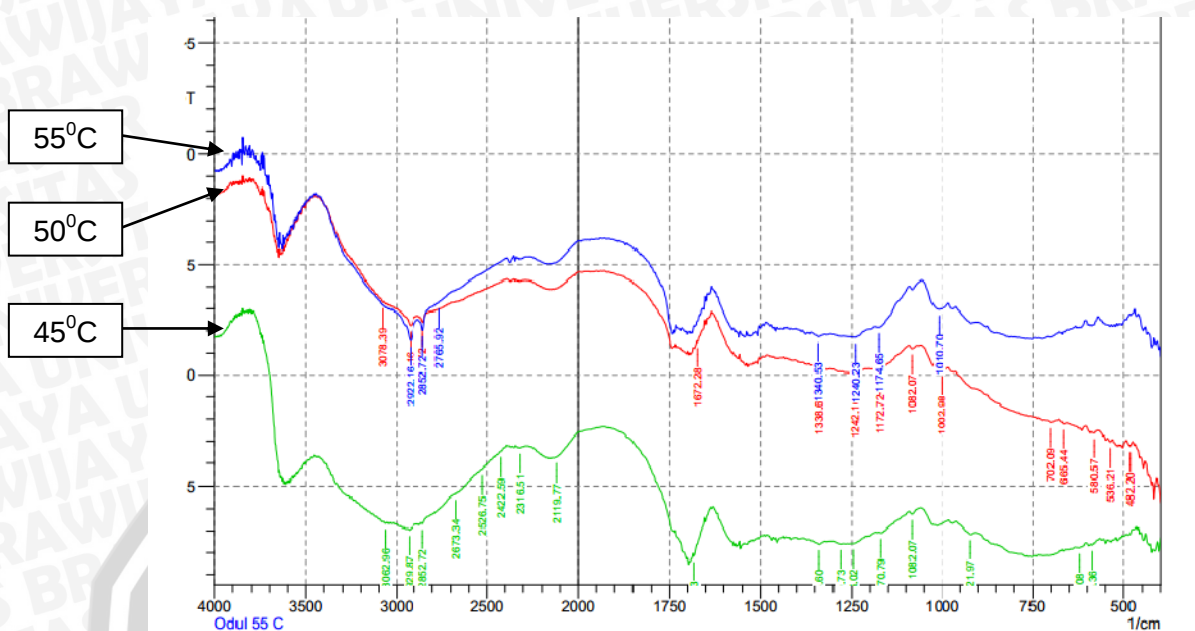
Gambar (15) menunjukkan bahwa kadar abu gelatin kulit ikan cobia berkisar antara 0,607–0,683%. Nilai kadar abu gelatin sesuai standart yang ditetapkan SNI (1995) yaitu kadar maksimum 3,25%. Nilai kadar abu tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C yaitu 0,68%, sedangkan nilai kadar abu terendah diperoleh pada perlakuan 45°C yaitu 0,60%.

Gambar (15) menunjukkan bahwa suhu ekstraksi tidak berpengaruh terhadap kadar abu karena tinggi rendahnya kadar abu dalam gelatin ditentukan oleh proses *demineralisasi*, semakin banyak mineral yang hilang maka nilai kadar abu semakin rendah. Ditambahkan See *et al.*, (2010) bahwa untuk mendapatkan gelatin dengan kadar abu rendah, maka proses demineralisasi dari kulit ikan dapat dicapai sebelum ekstraksi gelatin.

4.11 Analisa FTIR

Analisa FTIR digunakan untuk analisis gugus fungsi penyusun struktur gelatin kulit ikan Cobia. Untuk membuktikan bahwa hasil penelitian ini adalah gelatin, maka dilakukan karakterisasi serapan gugus fungsi khas gelatin dengan FTIR. 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

spektrum inframerah. Hasil spektra gelatin kulit ikan cobia dengan suhu ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Hasil FTIR Gelatin Kulit Ikan Cobia

Gelatin memiliki 4 bagian kurva daerah serapan gugus fungsi khas gelatin yaitu daerah serapan amida A, amida I, amida II, dan amida III. Pada kurva serapan amida A, daerah ini berada pada di daerah bilangan gelombang 3600-2300 cm^{-1} . Bagian amida A yang kedua adalah serapan disekitar 2930-2300 cm^{-1} . Pada kurva terlihat bahwa suhu perlakuan 45°C, 50°C terlihat daerah serapan pada 3062,96; 3078,39 cm^{-1} . Menurut Sai (2001), pada daerah serapan tersebut menunjukkan adanya regangan NH dari gugus amida yang berasosiasi dengan ikatan hydrogen dan terlihat regangan gugus OH. Sedangkan pada perlakuan 55°C tidak terjadi serapan. Pada kurva terlihat bahwa suhu perlakuan 45°C, 50°C dan 55°C menunjukkan serapan pada 2939,87; 2922,16 dan 2922,16 cm^{-1} . Menurut Kemp (1987), puncak ini menunjukkan bahwa gugus NH dalam amida akan cenderung berikatan dengan regangan CH_2 apabila gugus karboksilat dalam keadaan stabil dan pada daerah tersebut menunjukkan adanya regangan CH_2 simetris. Selanjutnya perlakuan 45°C, 50°C dan 55°C menunjukkan serapan

pada 2852,72; 2852,72; 2852,72 dimana pada daerah tersebut menunjukkan adanya regangan CH_2 asimetris (Abe, 1972). Dengan demikian gelatin yang diekstraksi pada suhu 45°C dan 50°C terbukti memiliki gugus OH, regangan NH, dan regangan CH_2 . Sedangkan gelatin yang diekstraksi pada suhu 55°C tidak terdeteksi adanya reganyagn NH.

Pada gugus Amida I. puncak serapan ditunjukkan 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 dan Mantsch, 1988). Adanya regangan ikatan ganda gugus karbonil, $\text{C}=\text{O}$, bending ikatan NH, dan regangan CN menyebabkan timbulnya puncak serapan pada frekuensi $1656\text{--}1644\text{ cm}^{-1}$ (Muyonga, *et.al.*, 2004). Daerah inilah yang disebut dengan daerah serapan Amida I yang menunjukkan adanya regangan $\text{C}=\text{O}$. Namun pada suhu 55°C tidak terdeteksi frekuensi pada puncak serapan tersebut Daerah serapan $1660\text{--}1650\text{ cm}^{-1}$ dikenal sebagai daerah serapan untuk struktur rantai α -helik. Pada perlakuan 45°C dan 50°C menunjukkan serapan pada daerah 1681,93 dan $1672,28\text{ cm}^{-1}$ dimana pada daerah tersebut menurut Jackson (1995), merupakan daerah regangan $\text{C}=\text{O}$ dan gugus OH berpasangan dengan COO^- . Sedangkan pada perlakuan 55°C tidak terdapat serapan. Maka dengan ini dapat disimpulkan bahwa gelatin yang diekstrak pada suhu 45°C dan 50°C memiliki daerah serapan Amida I atau dengan kata lain mengandung struktur rantai- α helik yang merupakan struktur gelatin. Namun pada suhu 55°C tidak terdeteksi pada puncak serapan tersebut.

Daerah serapan amida II adalah puncak serapan pada $1560\text{--}1335\text{ cm}^{-1}$ (Muyonga *et.al.*, 2004). Vibrasi amida II disebabkan oleh deformasi ikatan N-H dalam protein. Daerah serapan ini berkaitan dengan deformasi tropokolagen menjadi rantai- α . Pada perlakuan 45°C , 50°C , dan 55°C menunjukkan serapan

pada daerah 1338,6; 1338,6 dan 1340,53. Hal ini membuktikan bahwa semua perlakuan menunjukkan adanya daerah serapan pada Amida II.

Daerah serapan khas dari gelatin yang terakhir adalah Amida III. Puncak serapannya adalah $1240\text{-}670\text{ cm}^{-1}$ dan berhubungan dengan struktur tripel heliks (kolagen) (Hashim *et.al.*, 2009). Pada kurva terlihat bahwa gelatin yang diekstraksi dengan suhu 45°C , 50°C , dan 55°C masih mengandung struktur tripel heliks, ditunjukkan oleh puncak serapan 1280,73-621,08; 1242,16-665,44; dan 1240,23-1010,7.

Pada keseluruhan kurva spectra FTIR gelatin kulit ikan cobia pada suhu 45°C dan 50°C memiliki daerah serapan gugus fungsi khas gelatin yang lengkap. Tetapi gelatin yang diekstraksi pada suhu 45°C memiliki jumlah serapan yang lebih banyak dari gelatin yang diekstraksi pada suhu 50°C . Sedangkan gelatin yang diekstraksi pada suhu 55°C tidak lengkap gugus fungsi khas gelatinnya. Hal ini diduga bahwa suhu yang tinggi mengakibatkan kerusakan struktur gelatin sehingga tidak dapat terdeteksi dalam spektra FTIR. Sehingga dapat disimpulkan suhu terbaik adalah suhu ekstraksi 45°C . Gugus fungsional pita serapan FTIR dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Gugus Fungsioanal Pita Serapan FTIR

Daerah Serapan	Puncak Serapan (cm ⁻¹)				Keterangan	Referensi
	45°C	50°C	55°C	Referensi		
Amida A	3062,96 2939,87 2852,72 2673,34 2526,75 2422,59 2316,51	3078,39 2922,16 2852,72	2922,16 2852,72 2765,92	3600-2300	N-H <i>stretching</i> dari gugus amida yang berasosiasi dengan ikatan hidrogen, gugus O-H. CH ₂ <i>stretching</i> simetris/C-H/aldehyde. CH ₂ <i>stretching</i> asimetris/C-H/aldehyde.	Sai (2001) Muyonga <i>et al.</i> , (2004)
Amida I	1681,93	1672,28		1700-1600	Regangan C=O; gugus O-H berpasangan dengan COO ⁻ .	Muyonga <i>et al.</i> , (2004)
Amida II	1338,6	1338,6	1340,53	1560-1335	N-H bending berpasangan dengan regangan CN. CH ₂ bending.	Muyonga <i>et al.</i> , (2004)
Amida III	1280,73 1246,02 1170,79 1082,07 921,97 621,08	1242,16 1172,72 1082,07 1002,98 702,09 665,44	1240,23 1174,65 1010,7	1240-670	N-H bending dan C-O	Hashim <i>et al.</i> , (2009)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang karakteristik sifat fisika kimia gelatin kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*) didapatkan suhu ekstraksi terbaik yaitu pada suhu 55°C dengan rendemen 22,27%, kekuatan gel 119,99 g bloom, viskositas 18 cP, titik leleh 27°C, titik gel 13°C, pH 5,16, kadar protein 87,03%, kadar lemak 1,36%, kadar air 8,16%, kadar abu 0,62%. Hasil identifikasi senyawa dengan FTIR menunjukkan bahwa gelatin kulit ikan cobia menunjukkan serapan gugus fungsi gelatin yaitu N-H, O-H, C-H, C=O.

5.2 Saran

Disarankan pada penelitian selanjutnya untuk melakukan penelitian dengan menambah variabel pengaruh jenis larutan perendaman, konsentrasi perendaman, lama suhu ekstraksi dan menambah uji berat molekul, identifikasi asam amino, uji SDS-PAGE untuk menghasilkan karakteristik yang lebih sempurna mengenai gelatin kulit ikan cobia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, A. M dan Hadia, F.A. 2013. **Review: Gelatin, Source, Extraction and Industrial Applications**. Acta. Sci. Pol. Technol Aliment. Vol. 12 (2):135-147.
- Agustin, A.T dan Meity, S. 2015. **Kajian Gelatin Kulit Ikan Tuna (*Thunnus albacores*) yang Diproses Menggunakan Asam Asetat**. PROS SEMNAS MASY BIODIV INDON. Vol. 1. No. (5). 1186-1189.
- Almatsier, S. 2002. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Amiruldin, M. 2007. **Pembuatan Gelatin Dan Analisis Karakteristik Gelatin Dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Albacares*)**. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Antonius, A. E., Aditya,P., Jericko, W., Antaresti dan Ayliaawati. 2012. **Gelatin Berkualitas Tinggi Dari Limbah Tulang Ikan Bandeng**. Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono IX.Surabaya.
- Arikunto, S. 2006. **Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik**. Rineka Cipta. Jakarta.
- Arne, J.A dan Asbjorn, G. 2007. **Extraction and Characterisation of Gelatine from Atlantic Salmon (*Salmo salar*) skin**. Bioresource Technology 98: 53-57.
- Association of Official Agricultural Chemist (AOAC). 1995. **Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry**. Inc. Washington. DC.
- Astawan, M dan Aviana, T. 2002. **Pengaruh Jenis Larutan Perendaman Serta Metode Pengeringan Terhadap Sifat Fisika, Kimia dan Fungsional Gelatin dari Kulit Cucut**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. 14 (1): 7-13.
- Cho, S.H., Jahncke, M.L., Chin, K.B., dan Eun, J.B. 2006. **The Effect of Processing Conditions on The Properties of Gelatin from Skates (*Raja kenojei*) skins**. Food Hydrocolloids 20 (6): 810-816.
- deMan, J.M. 1989. **Kimia Makanan**. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Duan, R., J. Zhang, F. Xing, K. Konno dan 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.
- Efendi, A.A., Aditya, P., Jericko, W., Antaresti., dan Ayliaawati. 2012. **Gelatin Berkualitas Tinggi dari Limbah Tulang Ikan Bandeng**. Semnas Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono IX : C 1-5.
- Fatimah, D., 2008. **Efektivitas Penggunaan Asam Sitrat Dalam Pembuatan Gelatin Tulang Ikan Bandeng (*Chanos-Chanos Forskal*) (Kajian**

Variasi Konsentrasi Dan Lama Perendaman). [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Malang. Malang.

Gelatin Manufactures Institute of America (GMIA). 2012. **Raw Materials and Production.** Gelatin Manufactures Institute of America. <http://www.gelatin-gmial.com/html/rawmaterials.html>.

Glicksman, M. 1969. **Gum Technology in Food Industry.** Academic Press. New York.

Godelifa, S.M.F. 2014. **Ekstraksi dan Karakterisasi Gelatin dari Tulang Ikan Cobia (*Rachycentron canadum*).** [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.

Gomez-Guillen, M.C., Gimenez, B., dan Montero, P. 2005. **Extraction of Gelatin from Fish Skins by High Pressure Treatment.** Food Hydrocolloids 19 (5): 923-928.

Grossman, S., dan Bergman, M. 1991. **Process for The Production of Gelatin from Fish Skins.** European Paten Application 0436266 A1.

Gustavson, K.H. 1956. **Hydrothermal Stability and Intermolecular Organization of Collagen from mammalian and Teleost Skins.** Svensk Kem. Tidskr. 65:70-77.

Hakim, L. 2015. **Pengaruh Perbedaan Jenis Pelarut Dan Suhu Ekstraksi Terhadap Nilai Rendemen Dan Sifat-Sifat Gelatin Tulang Sapi Bali.** [Skripsi]. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin Makassar.

Haris, M. A. 2008. **Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Sebagai Gelatin Dan Pengaruh Lama Penyimpanan Pada Suhu Ruang.** [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Hashim, D.M., Che-Man, Y.B., Norakasha, R., Shuhaimi, M., Salmah, Y., dan Syaharia, Z. A. 2009. **Potential Use of Fourier Transform Infra-red Spectroscopy for Differentiation of Bovine and Porcine Gelatins.** Food Chemistry.118, pp. 856-860.

Hinterwalder, R. 1977. **Raw Material.** Di dalam Ward, A. G. dan A. Courts. **The Science and Technology of Gelatin.** Academic Press, New York.

Imeson. 1992. **Thickening and Gelling Agents for Food.** Academic Press. New York.

Jackson, M., Choo, L.P., Watson., Halliday, W.C dan Mantsch, H.H. 1995. **Beware of Connective Tissue Proteins: Assignment and Implications of Collagen Absorption in Infrared Spectra of Human Tissues.** Biochimica et Biophysica Acta-Molecular Basic of Disease. 1270: 1-6.

Jaswir, I., Monsur, H.A., dan Salleh, H.M. 2011. **Nano-structural analysis of fish collagen extracts for new process development.** African Journal of Biotechnology 10(81):18847-18854.

- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W., dan Tanaka, M. 2006. **Skin Gelatin from Bigeye Snapper and Brownstripe Red Snapper: Chemical Compositions and Effect of Microbial Transglutaminase on Gel Properties**. Food Hydrocolloids Vol. 20 (8): 1216-1222.
- Judoamidjojo, R.M. 1974. **Dasar Teknologi dan Kimia Kulit**. Fakultas Teknologi Hasil Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Juliasti, R., Anang, M.L., dan Yoyok, B.P. 2015. **Pemanfaatan Limbah Tulang Kaki Kambing Sebagai Sumber Gelatin dengan Perendaman Menggunakan Asam Klorida**. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 4 (1): 5-10.
- Junianto, Haetami, K. dan Maulina, I. 2006. **Produksi Gelatin dari Tulang Ikan dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Cangkang Kapsul**. [laporan penelitian hibah bersaing]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjadjaran.
- Kemp, W. 1987. **Organic Spectroscopy**. 2nd ed., MacMillan Education, Hampshire. p. 154 Abe.
- Kinsella. 1982. **Sifat fungsional protein**. Di dalam: Padmawinata K, penerjemah; deMan JM, editor. **Kimia Makanan**. Edisi kedua. Bandung: ITB. Terjemahan dari: **Principle of Food Chemistry**.
- Kołodziejska, I., Skierka, E., Sadowska, M., Kołodziejski, W. dan Niecikowska, C. 2008. **Effect of Extracting Time and Temperature on Yield of Gelatin from Different Fish Offal**. Food Chemistry 107 (2): 700–706.
- Kusumawati, R. 2008. **Pengaruh Perendaman dalam Asam Klorida Terhadap Kualitas Gelatin Tulang Kakap Merah (*Lutjanus sp*)**. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.
- Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R., dan Passino, D.R.M. 1977. **Ichthyology 2nd ed**. John Wiley and Sons. New York.
- Lehninger, A. L. 1982. **Dasar-dasar Biokimia, Jilid I**. Terjemahan **Principle of Biochemistry**. oleh Maggy Thenawijaya. Erlangga, Jakarta.
- Martianingsih, N.L. dan Atmajaya. 2010. **Analisis Sifat Kimia, Fisik dan Termal Gelatin dari Ekstrak Kulit Ikan Pari (*Himatura gerrardi*) Melalui Variasi Jenis Larutan Asam**. [Prosiding Skripsi]. Fakultas MIPA. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Muyonga, J.H., C.G.B. Cole dan K.G. Duodu. 2004. **Extraction and physico-chemical characterisation of nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin**. J. Food Hydrocolloids. 18:581-592.
- Niu, L., Zhou, X., Yuan, C., Bai, Y., Lai, K., Yang, F., dan Huang, Y. 2013. **Characterization of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Skin Gelatin Extracted with Alkaline and Different Acid Pretreatments**. Food Hydrocolloids. 33: 336-341.

- Norland Product. 2003. **Fish Gelatin**. <http://www.norlandprod.com/techrpts.html>.
- Nurilmala, M. 2004. **Kajian Potensi Limbah Tulang Ikan Keras (*Teleoste*) sebagai Sumber Gelatin dan Analisis Karakteristiknya**. [Tesis]. IPB. Bogor.
- Nurilmala, M., Mita .W., dan Heidi, W. 2006. **Perbaikan Nilai Tambah Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp*) Menjadi Gelatin Serta Analisa Fisika-Kimia**. Buletin Teknologi Hasil Perikanan Vol 9 (2).
- Peranginangin R., Mulyasari, A dan Tazwir. 2005. **Karakterisasi Mutu Gelatin Yang Diproduksi dari Tulang Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Secara Ekstraksi Asam**. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. 5 (4): 54-58.
- Poppe, J. 1992. **Gelatin**. In: Imeson A (Ed). **Thickening and Gelling Agents for Food**. Blackie Academic and Profesional. London. P 123.
- Pranoto, Y., Marseno, D.W., dan Rahmawati, H. 2011. **Characteristics of Gelatins Extracted from Fresh and Sun-Dried Seawater Fish in Indonesia**. International Food Research Journal. 18 (4): 1335-1341.
- Ratnasari, I., Sudarminto S.Y., Nusyam H., Simon B.W. 2014. **Extraction Process Modification to Enhance Properties of Skin Gelatin of Pangas Catfish (*Pangasius pangasius*)**. Food and Public Health 2014 4(3): 140-150.
- Razali, A.N., Amin, A.M., dan Sarbon, N.M. 2015. **Antioxidant Activity and Functional Properties of Fractionated Cobia Skin Gelatin Hydrolysate at Different Molecular Weight**. International Food Research Journal 22 (2) : 651-660.
- Rosli, N dan Sarbon, N.M. 2015. **Physicochemical and structural properties of Asian Swamp Eel (*Monopterus albus*) skin gelatin as compared to bovine gelatin**. Internasional Food Research Journal 22 (2): 699-706.
- Rusli, A. 2004. **Kajian Proses Ekstraksi Gelatin dari Kulit Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Segar**. [Tesis]. Sekolah Pasca Sarjana. ITB. Bogor.
- Sae-law, T., dan Soottawat B. 2015. **Physico_Chemical Properties and Fishy Odour of GelatineFrom Seabass (*Lates calcarifer*) Skin Stored in Ice**. Food Bioscience IO : 59-68.
- Sai, K.P., dan Babu, M. 2001. **Studies on (*Rana tigerina*) skin collagen**. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology 128(1):81-90.
- Saleh, E. 2004. **Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak**. Program Studi Produksi Ternak Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara. Medan.

- See, S.F., Hong, P.K., Ng, K.L., Wan, A.W.M., dan Babji, A.S. 2010. **Physicochemical Properties of Gelatin Extracted from Skins of Different Freshwater Fish Species**. International Food Research Journal 17: 809-816.
- Setiawati, I.H. 2009. **Karakterisasi Mutu Fisika Kimia Gelatin Kulit Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp*) Hasil Proses Perlakuan Asam**. Skripsi. IPB.
- Shaffer, R.V dan Nakamura, E.L. 1989. **Synopsis of Biological Data on The Cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae)**. NAOO Tech. Rep NMFS 82, FAO. Fisheries Synopsis 153.
- Sharphouse, J.B. 1971. **Leather Technician's Handbook**. Product Association. London.
- Silva, R.S.G., Bandeira, S. F., dan Pinto, L.A.A. 2014. **Characteristics and chemical composition of skins gelatin from cobia (*Rachycentron canadum*)**. LWT–Food Science and Technology 57 :580-585.
- Standar Nasional Indonesia. 06. 3735. 1995. **Mutu dan Cara Uji Gelatin**. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Stainsby, G. 1977. **The gelatin gel and the sol-gel transformation**. Di dalam **The Science and Technology of Gelatin**. Ward AG dan Courts A, editors. Academic Press. New York.
- Sudarmadji, Slamet., H.B., dan Suhardi. 2010. **Analisa Bahan Pangan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.
- Sukkwai, S., Kijroongrojana, K., dan Benjakul, S. 2011. **Extraction of Gelatin from Bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) Skin for Gelatin Hydrolysate Production**. International Food Research Journal Vol. 18 (3): 1129-1134.
- Sunarto. 2001. **Bahan Kulit Untuk Seni Dan Industri**. Kanisius. Yogyakarta.
- Surakhmad, W. 1994. **Pengantar Penelitian Ilmiah Dasar Metode Teknik**. Tarsito. Bandung.
- Surewicz, W.K., dan Mantsch, H.H. 1988. **New Insight into Protein Secondary Structure from Resolution-Enhanced Infrared Spectra**. Biochi. Biophy. Acta. 952: 115-130.
- Suryani, N., F. Sulistiawati dan A. Fajriani. 2009. **Kekuatan gel gelatin tipe B dalam formulasi granul terhadap kemampuan mukoadhesif**. Makara. Jurnal Kesehatan Vol. 13 hal: 1-4.
- Taheri. 2009. **Fatty Acid Profile And Proximate Composition Of The Cobia (*Rachycentron canadum*) Fillet**. UDC: 639.381. State Agrarian University of Armenia.
- Tourtellote, P. 1980. **Gelatin**. Di dalam Mc. Graw Hill. **Encyclopedia of Science and Technology**. Mc. Graw Hill Book Co. New York.

- Trilaksani, W., Mala, N dan Ima, H.S. 2012. **Ekstraksi Gelatin Kulit Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp*) dengan Proses Perlakuan Asam**. JPHPI. Vol. 15 (3): 240-251.
- Utama, H. 1997. **Gelatin Bikin Heboh**. Jurnal Halal LPPOM-MUI No. 18: 10-12.
- Viro, F. 1992. **Encyclopedia of Science and Technology**. Mc Graw Hill. New York.
- Ward, A.G dan Courts, A. 1977. **The Science and Technology of Gelatin**. Academic Press. London.
- Wijaya, I Made. 1998. **The Effect of Protein Concentration and pH on The Bloom Strength of Gelatin**. Gitayana. Majalah Ilmiah Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Wijaya, O.A., Titi, S., dan Sumardianto. 2015. **Pengaruh Lama Perendaman NaOH Pada Proses Penghilangan Lemak Terhadap Kualitas Gelatin ITulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)**. Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan Vol 4 (2): 25-32.
- Winarno, F. G. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wiratmaja, H. 2006. **Perbaikan Nilai Tambah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp*) Menjadi Gelatin Serta Analisis Fisika-Kimia**. [Skripsi]. Prodi Teknologi Hasil Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wong, D.W.S. 1989. **Mechanism and Theory in Food Chemistry**. An AVI Book, Van Nostrand Reinhold. New York.
- Wulandari, A.S., dan Budi, P. 2013. **Pengaruh Defatting dan Suhu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Fisik Gelatin Tulang Ikan Gabus (*Channa striata*)**. Fishtech. Vol 2 (1).
- Yenti, R., Dedi, N., dan Rosmaini. 2015. **Pengaruh Beberapa Jenis Larutan Asam Pada Pembuatan Gelatin Dari Kulit Ikan Sepat Rawa (*Trichogaster trichopterus*) Kering Sebagai Gelatin Alternatif**. SCIENTIA. 5 (2): 1-6.
- Zeitsev, V., Kizervefler, L., Lukanov, T., Makarova, L., Minder,. dan Podseralov. 1969. **Fish Curing and Processing**. Mir Publising. Moscow.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pembuatan Gelatin Kulit Ikan Cobia

No.	Gambar	Keterangan
1.		Penthawingan dan pengecilan ukuran
2.		Penimbangan kulit
3.		Perendaman NaOH selama 2 jam
4.		Penetrulan kulit dengan mencuci menggunakan air mengalir

5.		Pengukuran derajat keasaman dengan pH meter
6.		Perendaman dengan larutan asam asetat selama 1 jam
7.		Penyaringan dan penetralan
8.		Penambahan aquadest 600 ml

9.		Pengekstrakan dalam <i>waterbath</i> selama 6 jam dengan suhu 45°C, 50°C, 55°C
10.		Kulit setelah proses ekstraksi dan dikeluarkan dari <i>waterbath</i>
11.		Penyaringan larutan gelatin menggunakan kain blanchu
12.		Larutan gelatin

13.		Larutan gelatin dicetak di loyang plastik
14.		Pengeringan menggunakan oven selama 48 jam
15.		Lembaran gelatin kering

Lampiran 2. Uji BNT Rendemen

Perlakuan	RENDEMEN					Total	Rata-rata	ST.Dev
	1	2	3	4	5			
Suhu 45	18.774	18.384	21.509	20.141	18.427	97.24	19.447	1.3562
Suhu 50	20.271	18.137	22.072	19.517	20.538	100.535	20.107	1.4407
Suhu 55	21.392	19.331	22.683	24.423	23.531	111.36	22.272	1.9878
						309.13		

Descriptives

RENDEMEN

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	5	19.4470	1.35617	.60650	17.7631	21.1309	18.38	21.51
2	5	20.1070	1.44074	.64432	18.3181	21.8959	18.14	22.07
3	5	22.2720	1.98776	.88895	19.8039	24.7401	19.33	24.42
Total	15	20.6087	1.95125	.50381	19.5281	21.6892	18.14	24.42

Test of Homogeneity of Variances

RENDEMEN

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.522	2	12	.606

ANOVA

RENDEMEN					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	21.839	2	10.920	4.165	.042
Within Groups	31.464	12	2.622		
Total	53.303	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	1	2	-.66000	1.02411	.531	-2.8914	1.5714
		3	-2.82500*	1.02411	.017	-5.0564	-.5936
	2	1	.66000	1.02411	.531	-1.5714	2.8914
		3	-2.16500	1.02411	.056	-4.3964	.0664
	3	1	2.82500*	1.02411	.017	.5936	5.0564
		2	2.16500	1.02411	.056	-.0664	4.3964

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



Lampiran 3. Uji BNT Kekutan Gel

Perlakuan	KEKUATAN GEL					Total	Rata-rata	ST.Dev
	1	2	3	4	5			
Suhu 45	90.281	81.076	82.314	87.631	79.098	420.40	84.080	4.6911
Suhu 50	145.812	154.189	170.301	168.591	173.337	812.23	162.446	11.8632
Suhu 55	128.943	118.261	112.092	131.258	109.431	599.985	119.997	9.7978
						1832.615		

Descriptives

Kekuatan Gel

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	5	84.0800	4.69108	2.09792	78.2552	89.9048	79.10	90.28
2	5	1.6245 E2	11.86322	5.30539	147.7159	177.1761	145.81	173.34
3	5	1.2000 E2	9.79776	4.38169	107.8315	132.1625	109.43	131.26
Total	15	1.2217 E2	34.25074	8.84350	103.2069	141.1418	79.10	173.34

Test of Homogeneity of Variances

Kekuatan Gel

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.223	2	12	.041

ANOVA

Kekuatan Gel					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15388.631	2	7694.315	89.213	.000
Within Groups	1034.953	12	86.246		
Total	16423.584	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: KekuatanGel

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	-78.36600*	5.87354	.000	-91.1633	-65.5687
		3	-35.91700*	5.87354	.000	-48.7143	-23.1197
	2	1	78.36600*	5.87354	.000	65.5687	91.1633
		3	42.44900*	5.87354	.000	29.6517	55.2463
	3	1	35.91700*	5.87354	.000	23.1197	48.7143
		2	-42.44900*	5.87354	.000	-55.2463	-29.6517

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



Lampiran 4. Uji BNT Viskositas

Perlakuan	Viskositas					Total	Rata-rata	ST.Dev
	1	2	3	4	5			
Suhu 45	8.000	9.000	8.000	7.000	8.000	40	8.000	0.7071
Suhu 50	13.000	15.000	13.000	15.000	14.000	70	14.000	1.0000
Suhu 55	19.000	17.000	17.000	19.000	18.000	90	18.000	1.0000
						200		

Descriptives

Viskositas

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	5	8.0000	.70711	.31623	7.1220	8.8780	7.00	9.00
2	5	14.0000	1.00000	.44721	12.7583	15.2417	13.00	15.00
3	5	18.0000	1.00000	.44721	16.7583	19.2417	17.00	19.00
Total	15	13.3333	4.33699	1.11981	10.9316	15.7351	7.00	19.00

Test of Homogeneity of Variances

Viskositas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.143	2	12	.351

ANOVA

Viskositas	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	253.333	2	126.667	152.000	.000
Within Groups	10.000	12	.833		
Total	263.333	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Viskositas

	(I) Perlak uan	(J) Perlak uan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	-6.00000*	.57735	.000	-7.2579	-4.7421
		3	-10.00000*	.57735	.000	-11.2579	-8.7421
	2	1	6.00000*	.57735	.000	4.7421	7.2579
		3	-4.00000*	.57735	.000	-5.2579	-2.7421
	3	1	10.00000*	.57735	.000	8.7421	11.2579
		2	4.00000*	.57735	.000	2.7421	5.2579

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



Lampiran 5. Uji BNT Titik Leleh

Perlakuan	TITIK LELEH					Total	Rata-rata	ST.Dev
	1	2	3	4	5			
Suhu 45	26	26	27	25	26	130	26.000	0.7071
Suhu 50	25	25	26	26	28	130	26.000	1.2247
Suhu 55	25	28	29	27	26	135	27.000	1.5811
						395		

Descriptives

Titik leleh

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	5	26.0000	.70711	.31623	25.1220	26.8780	25.00	27.00
2	5	26.0000	1.22474	.54772	24.4793	27.5207	25.00	28.00
3	5	27.0000	1.58114	.70711	25.0368	28.9632	25.00	29.00
Total	15	26.3333	1.23443	.31873	25.6497	27.0169	25.00	29.00

Test of Homogeneity of Variances

Titik leleh

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.412	2	12	.281

ANOVA

Titik leleh					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.333	2	1.667	1.111	.361
Within Groups	18.000	12	1.500		
Total	21.333	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:titikleleh

	(I) perlak uan	(J) perlak uan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	.00000	.77460	1.000	-1.6877	1.6877
		3	-1.00000	.77460	.221	-2.6877	.6877
	2	1	.00000	.77460	1.000	-1.6877	1.6877
		3	-1.00000	.77460	.221	-2.6877	.6877
	3	1	1.00000	.77460	.221	-.6877	2.6877
		2	1.00000	.77460	.221	-.6877	2.6877



Lampiran 6. Uji BNT Titik Gel

Perlakuan	TITIK GEL					Total	Rata-rata	ST.Dev
	1	2	3	4	5			
Suhu 45	12	13	11	12	12	60	12	0.7071
Suhu 50	13	14	11	14	13	65	13	1.2247
Suhu 55	12	14	12	13	14	65	13	1.0000
						190		

Descriptives

Titik gel

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	5	12.0000	.70711	.31623	11.1220	12.8780	11.00	13.00
2	5	13.0000	1.22474	.54772	11.4793	14.5207	11.00	14.00
3	5	13.0000	1.00000	.44721	11.7583	14.2417	12.00	14.00
Total	15	12.6667	1.04654	.27021	12.0871	13.2462	11.00	14.00

Test of Homogeneity of Variances

Titik gel

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.667	2	12	.531

ANOVA

Titik gel

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.333	2	1.667	1.667	.230
Within Groups	12.000	12	1.000		
Total	15.333	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: titik gel

	(I) perlak uan	(J) perlak uan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	-1.00000	.63246	.140	-2.3780	.3780
		3	-1.00000	.63246	.140	-2.3780	.3780
	2	1	1.00000	.63246	.140	-.3780	2.3780
		3	.00000	.63246	1.000	-1.3780	1.3780
	3	1	1.00000	.63246	.140	-.3780	2.3780
		2	.00000	.63246	1.000	-1.3780	1.3780



Lampiran 7. Uji BNT pH

Perlakuan	RANDEMEN					Total	Rata-rata	ST.Dev
	1	2	3	4	5			
Suhu 45	5.272	5.543	6.318	5.624	6.393	29.15	5.830	0.4978
Suhu 50	5.541	6.058	5.235	4.804	5.362	27	5.400	0.4574
Suhu 55	5.007	5.952	4.745	5.219	4.877	25.8	5.160	0.4760
						81.95		

Descriptives

pH								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	5	5.8300	.49782	.22263	5.2119	6.4481	5.27	6.39
2	5	5.4000	.45736	.20454	4.8321	5.9679	4.80	6.06
3	5	5.1600	.47604	.21289	4.5689	5.7511	4.74	5.95
Total	15	5.4633	.52691	.13605	5.1715	5.7551	4.74	6.39

Test of Homogeneity of Variances

pH

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.223	2	12	.803

ANOVA

pH					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.152	2	.576	2.528	.121
Within Groups	2.734	12	.228		
Total	3.887	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pH

	(I) perlak uan	(J) perlak uan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	.43000	.30191	.180	-.2278	1.0878
		3	.67000*	.30191	.047	.0122	1.3278
	2	1	-.43000	.30191	.180	-1.0878	.2278
		3	.24000	.30191	.442	-.4178	.8978
	3	1	-.67000*	.30191	.047	-1.3278	-.0122
		2	-.24000	.30191	.442	-.8978	.4178

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



Lampiran 8. Uji BNT Analisa Kadar Protein

Perlakuan	KADAR PROTEIN					Total	Rata-rata	ST.Dev
	1	2	3	4	5			
45	83.614	95.257	88.741	91.361	93.492	452.465	90.493	4.5506
50	89.926	83.794	90.425	86.749	91.741	442.635	88.527	3.2192
55	78.592	86.783	88.211	92.837	88.732	435.155	87.031	5.2267
						1330.255		

Descriptives

Kadar protein

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	5	90.4930	4.55064	2.03511	84.8426	96.1434	83.61	95.26
2	5	88.5270	3.21916	1.43965	84.5299	92.5241	83.79	91.74
3	5	87.0310	5.22670	2.33745	80.5412	93.5208	78.59	92.84
Total	15	88.6837	4.34007	1.12060	86.2802	91.0871	78.59	95.26

Test of Homogeneity of Variances

Kadar protein

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.185	2	12	.833

ANOVA

Kadar protein					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30.148	2	15.074	.774	.483
Within Groups	233.559	12	19.463		
Total	263.707	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:KadarProtein

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	1.96600	2.79021	.495	-4.1134	8.0454
		3	3.46200	2.79021	.238	-2.6174	9.5414
	2	1	-1.96600	2.79021	.495	-8.0454	4.1134
		3	1.49600	2.79021	.602	-4.5834	7.5754
	3	1	-3.46200	2.79021	.238	-9.5414	2.6174
		2	-1.49600	2.79021	.602	-7.5754	4.5834



Lampiran 9. Uji BNT Analisa Kadar Lemak

Perlakuan	KADAR LEMAK					Total	Rata-rata	ST.Dev
	1	2	3	4	5			
Suhu 45	1.613	1.525	1.741	1.829	1.807	8.515	1.703	0.1303
Suhu 50	1.427	1.741	1.629	1.415	1.573	7.785	1.557	0.1382
Suhu 55	1.272	1.326	1.302	1.563	1.352	6.815	1.363	0.1156
						23.115		

Descriptives

Kadar lemak

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	5	1.7030	.13031	.05828	1.5412	1.8648	1.52	1.83
2	5	1.5570	.13817	.06179	1.3854	1.7286	1.42	1.74
3	5	1.3630	.11564	.05172	1.2194	1.5066	1.27	1.56
Total	15	1.5410	.18683	.04824	1.4375	1.6445	1.27	1.83

Test of Homogeneity of Variances

Kadar lemak

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.320	2	12	.732

ANOVA

Kadar lemak					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.291	2	.145	8.826	.004
Within Groups	.198	12	.016		
Total	.489	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:kadarlemak

	(I) perlak uan	(J) perlak uan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	.14600	.08119	.097	-.0309	.3229
		3	.34000*	.08119	.001	.1631	.5169
	2	1	-.14600	.08119	.097	-.3229	.0309
		3	.19400*	.08119	.034	.0171	.3709
	3	1	-.34000*	.08119	.001	-.5169	-.1631
		2	-.19400*	.08119	.034	-.3709	-.0171

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



Lampiran 10. Uji BNT Analisa Kadar Air

Perlakuan	KADAR AIR					Total	Rata-rata	ST.Dev
	1	2	3	4	5			
Suhu 45	9.223	8.582	7.857	8.247	7.836	41.745	8.349	0.5775
Suhu 50	8.818	8.221	8.969	7.726	8.651	42.385	8.477	0.5045
Suhu 55	7.771	8.225	8.434	7.219	9.171	40.82	8.164	0.7311
						124.95		

Descriptives

Kadar air

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	5	8.3490	.57745	.25824	7.6320	9.0660	7.84	9.22
2	5	8.4770	.50452	.22563	7.8506	9.1034	7.73	8.97
3	5	8.1640	.73112	.32697	7.2562	9.0718	7.22	9.17
Total	15	8.3300	.58173	.15020	8.0078	8.6522	7.22	9.22

Test of Homogeneity of Variances

Kadar air

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.218	2	12	.807

ANOVA

Kadar air

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.248	2	.124	.331	.725
Within Groups	4.490	12	.374		
Total	4.738	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:kadar air

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	-.12800	.38687	.746	-.9709	.7149
		3	.18500	.38687	.641	-.6579	1.0279
	2	1	.12800	.38687	.746	-.7149	.9709
		3	.31300	.38687	.434	-.5299	1.1559
	3	1	-.18500	.38687	.641	-1.0279	.6579
		2	-.31300	.38687	.434	-1.1559	.5299



Lampiran 11. Uji BNT Analisa Kadar Abu

Perlakuan	KADAR ABU					Total	Rata-rata	ST.Dev
	1	2	3	4	5			
Suhu 45	0.552	0.597	0.651	0.598	0.637	3.035	0.607	0.0389
Suhu 50	0.749	0.612	0.655	0.753	0.646	3.415	0.683	0.0641
Suhu 55	0.614	0.569	0.558	0.691	0.673	3.105	0.621	0.0598
						9.555		

Descriptives

Kadar abu

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	5	1.0310	.08309	.03716	.9278	1.1342	.93	1.10
2	5	.6830	.06413	.02868	.6034	.7626	.61	.75
3	5	.5210	.04771	.02134	.4618	.5802	.47	.58
Total	15	.7450	.22870	.05905	.6184	.8716	.47	1.10

Test of Homogeneity of Variances

Kadar abu

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.744	2	12	.055

ANOVA

Kadar abu

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.679	2	.340	76.631	.000
Within Groups	.053	12	.004		
Total	.732	14			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:kadarabu

	(I) perlak uan	(J) perlak uan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	.34800*	.04210	.000	.2563	.4397
		3	.51000*	.04210	.000	.4183	.6017
	2	1	-.34800*	.04210	.000	-.4397	-.2563
		3	.16200*	.04210	.002	.0703	.2537
	3	1	-.51000*	.04210	.000	-.6017	-.4183
		2	-.16200*	.04210	.002	-.2537	-.0703

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



12. Perhitungan NaOH 0,05 M dan Asam Asetat 0,05 M

NaOH 0,05 M dalam 600 ml aquadest

Diketahui : Mr NaOH = 40

$$\text{Jawab} \quad M = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{600}$$

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

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

$$1000g = 12000$$

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

Asam Asetat 0,05 M

Diketahui : Asam Asetat PA (99,8%)

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

$$\text{Berat Molekul} = 60,05$$

Dicari : ml Asam asetat

Jawab :

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

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

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

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

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

$$17,45 V_1 = 50$$

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

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