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

ARTIKEL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Oleh :
RYAN DESTIANTO
NIM. 125080307111013

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017

KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA-KIMIA GELATIN KULIT IKAN GABUS
Ophiocephalus striatus

ARTIKEL 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 :
RYAN DESTIANTO
NIM. 125080307111013

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

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

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II

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

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Manajemen Sumberdaya Perairan

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

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

Ryan Destianto[1)], Kartini Zaelanie[2)], dan Eko Waluyo[2)]
[1)]Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya
[2)]Dosen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

ABSTRAK

Gelatin merupakan senyawa turunan kolagen yang terdapat pada kulit, tulang dan jaringan ikat hewan yang dihidrolisis menggunakan larutan asam atau basa. Gelatin dapat digunakan sebagai pengemulsi (*emulsifier*) dan penstabil (*stabilizer*) dalam produk pangan. Sampai saat ini bahan baku yang banyak digunakan untuk produksi industri gelatin adalah tulang sapi, kulit sapi, dan kulit babi. Gelatin ikan telah disorot sebagai alternatif yang lebih baik untuk menggantikan gelatin sapi dan babi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat fisika kimia gelatin kulit ikan gabus. Metode yang digunakan adalah eksperimen. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan tiga perlakuan dan lima kali ulangan dengan variabel bebas yaitu suhu ekstraksi 45˚C, 50˚C, dan 55˚C, serta variabel terikat yaitu analisa proksimat, rendemen, viskositas, kekuatan gel, titik leleh, titik gel, pH, dan FTIR. Dari hasil penelitian mengenai karakteristik sifat fisika-kimia gelatin dari kulit ikan gabus *Ophiocephalus striatus* dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu ekstraksi berpengaruh terhadap rendemen, kadar air, kadar abu, kadar lemak, kekuatan gel, viskositas, titik gel, dan serapan gugus fungsi pada FTIR.

Kata Kunci: ***Kulit ikan gabus, Hidrolisis, Asam Asetat, NaOH, Kolagen, dan Gelatin***

CHARACTERISTICS OF PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF GELATIN FROM SNAKEHEAD *Ophiocephalus striatus* SKIN

Ryan Destianto[1)], Kartini Zaelanie[2)], and Eko Waluyo[2)]
[1)]Student of Fisheries and Marine Science Faculty of Brawijaya University, Malang
[2)]Lecturer of Fisheries and Marine Science Faculty of Brawijaya University, Malang

ABSTRACT

Gelatin is derived from compounds of collagen in the skin, bones, and connective tissue of animals hydrolyzed by using a solution of acid or base. Gelatin can be used as an emulsifier and a stabilizer in food products. Until now, the raw materials that widely used for industrial production of gelatin are cow bone, cowhide, and pigskin. Fish gelatin has been highlighted as a better alternative to replace gelatin mammals. This study was aimed to investigate the characteristics of physical and chemical properties of snakehead's skin gelatin. The method used in this study was experimental. Analysis of the data used in this study was a simple Completely Randomized Design (CRD) with three treatments and five replications with free variables namely the extraction temperature 45^{0}C, 50^{0}C, and 55^{0}C, as well as the dependent variables namely the proximate analysis, yield, viscosity, gel strength, melting point temperature, gelling point temperature, pH, and FTIR. The results of this study on the characteristics of physical-chemical properties of gelatin from snakehead's skin *Ophiocephalus striatus*, it can be concluded that the treatment of extraction temperature has effect on yield, moisture content, ash content, fat content, gel strength, viscosity, gelling point temperature, and the uptake of functional groups on FTIR.

Keywords: ***Snakehead's skin, Hydrolysis, Acetic acid, NaOH, Collagen, and Gelatin***

PENDAHULUAN

Latar Belakang

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

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

Pada penelitian yang dilakukan oleh Liu *et al.* (2007) tentang Ekstraksi dan sifat gelatin dari kulit ikan gabus *(Letalurus punetas)* dihasilkan kondisi operasi optimum untuk mengekstraksi gelatin dari kulit ikan gabus. Kondisi yang optimal untuk kekuatan gel maksimum adalah 43,2 ^{0}C untuk suhu ekstraksi, 5.73 jam untuk waktu ekstraksi dengan air panas. Gelatin dari kulit ikan gabus menunjukkan kekuatan gel yang tinggi 27.675 g.

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

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana karakteristik sifat fisika-kimia gelatin dari kulit ikan gabus *(Ophiocephalus striatus)*?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisika-kimia gelatin dari kulit ikan gabus *(Ophiocephalus striatus)*.

Kegunaan

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

Waktu dan Tempat

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

METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Materi penelitian terdiri dari bahan-bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian. Bahan-bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan yang digunakan dalam pembuatan gelatin kulit ikan gabus adalah kulit ikan gabus yang diperoleh langsung dari petani ikan gabus di daerah Pasuruan, Jawa Timur. Bahan lain yang digunakan adalah: aquades, asam asetat *pro analysis*, natrium hidroksida *pro analysis* yang diperoleh dari toko Makmur, dan bahan-bahan yang digunakan untuk pengujian antara lain: Na_2CO_3, NaOH, $Na_2S_2O_3$, HCl, K_2SO_4, HgO, H_2SO_4, $HClO_4$, HNO_3, air suling, aseton, dan H3BO3, petroleum eter, natrium asetat serta kain blancu.

Alat Penelitian

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

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

Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah eksperimen. Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan lima kali ulangan dengan variabel bebas yaitu suhu ekstraksi 45˚C, 50˚C, dan 55˚C, serta variabel terikat yaitu analisa proksimat, rendemen,

viskositas, kekuatan gel, titik leleh, titik gel, pH, dan FTIR

Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan gelatin dari kulit ikan gabus meliputi proses kulit segar dan kulit disimpan dalam es seperti yang dijelaskan oleh Sae-law dan Soottawat (2015) dengan beberapa modifikasi. Untuk menghapus protein non-kolagen, kulit direndam dalam 0,05 M NaOH dengan rasio kulit / solusi 1:6 (w/v) campuran dan diaduk selama 2 jam pada suhu kamar (±26-28^{0}C), Larutan alkali diganti setiap jam. Proses perendaman larutan NaOH mengakibatkan terjdinya swelling yang dapat membuang material yang tidak diinginkan (lemak & protein non-kolagen). Kulit yang sudah basa kemudian dicuci dengan air mengalir sampai pH netral yaitu 6-7. Selanjutnya, kulit direndam dalam 0,05 M asam asetat dengan rasio kulit/solusi 1:6 (w/v) selama 1 jam dengan pengadukan lembut sampai kolagen membengkak dalam matriks kulit. Kulit yang diolah dengan asam yang telah diaduk menyeluruh seperti yang dijelaskan sebelumnya. Setelah pembengkakan, kulit yang bengkak direndam dalam air suling dengan rasio kulit / air 1:6 (w/v) dalam *waterbath shaker* dengan suhu 45^{0}C, 50^{0}C dan 55^{0}C untuk mengekstrak gelatin dari bahan kulit. Selanjutnya hasil ekstraksi kemudian disaring menggunakan kain blancu. filtrat yang dihasilkan dikeringkan menggunakan oven suhu 55^{0}C selama ±48 jam. Gelatin lembaran yang telah kering, kemudian dihaluskan dengan menggunakan grinder untuk mendapatkan gelatin fase bubuk.

Parameter Uji

Parameter yang dilakukan adalah parameter kuantitatif yaitu berdasarkan data yang diperoleh dari hasil Analisa fisika dan kimia. Sifat fungsional gelatin sangat penting dalam aplikasi terhadap suatu produk. Sifat tersebut merupakan sifat fisika dan kimia yang mempengaruhi perilaku gelatin dalam makanan selama proses, penyimpanan, penyiapan, dan pengkonsumsian (Kinsela 1982). Sifat fisika gelatin antara lain rendemen, kekuatan gel, viskositas, titik isoelektrik (pH) , titik leleh, dan titik gel, sedangkan sifat kimia gelatin antara lain kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, serta analisa FTIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian proksimat dan sifat fisika-kimia gelatin kulit ikan gabus dengan suhu ekstraksi 45^{0}C, 50^{0}C dan 55^{0}C, gelatin komersial, gelatin standart berdasarkan SNI dan gelatin standart berdasarkan GMIA dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Parameter Proksimat dan Fisika-Kimia Gelatin Kulit Ikan Gabus

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

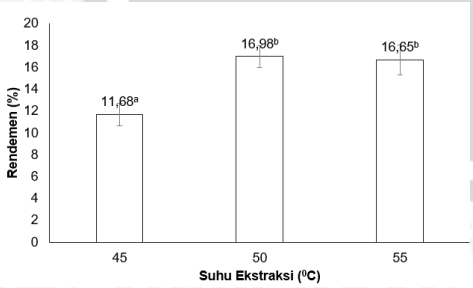
Sumber: * Idiawati *et.al.* (2014)

** Gelatin SNI, 1995

*** Gelatin Gelatin Manufacturers Institute of America (GMIA, 2012)

Rendemen (AOAC, 1995)

Rendemen gelatin kulit ikan gabus diperoleh dari perbandingan yang diperoleh dengan berat kulit ikan gabus sebelum diberi perlakuan. Efisien dan efektifnya proses ekstraksi bahan baku untuk pembuatan gelatin dapat dilihat dari nilai rendemen yang dihasilkan. Nilai rendemen yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 1.



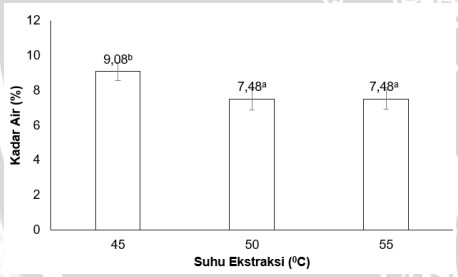
Gambar 1. Grafik Rendemen Gelatin Kulit Ikan Gabus

Dari hasil penelitian diperoleh nilai rendemen gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 11,68% sampai 16,98%. Nilai rendemen terbesar diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 50^{0}C yaitu sebesar 16,98%, sedangkan nilai rendemen terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45^{0}C yaitu sebesar 11,68%. Dari hasil penelitian terlihat kecenderungan semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka nilai rendemen yang dihasilkan semakin tinggi. Peningkatan suhu dan hasil rendemen disebakan karena semakin banyaknya pemecahan sturuktur serabut kolagen sehingga yang berikatan dengan air membentuk gelatin semakin banyak. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Mayangsari *et.al.* (2013), Suhu optimum untuk ekstraksi di atas *waterbath* adalah 50, 60, 70°C, karena suhu terlalu rendah menghasilkan rendemen rendah dan suhu yang terlalu tinggi

menghasilkan kualitas gelatin juga rendah. Pemanasan kolagen secara bertahap akan menyebabkan struktur rusak dan rantai-rantai akan terpisah. Peningkatan lama pemasakan (ekstraksi) atau pemanasan dalam air akan meningkatkan kelarutan kolagen sehingga rendemen gelatin akan meningkat (Lehninger, 1997).

Kadar Air (AOAC, 1995) Metode Gravimetri

Kadar air perlu dihitung karena akan berpengaruh pada mutu dan lama penyimpanan gelatin. Hal ini karena gelatin merupakan senyawa hidrokoloid yang dapat larut dalam air dan bisa menyerap air dalam jumlah yang cukup besar (Glicksman, 1969). Nilai kadar air yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 2.

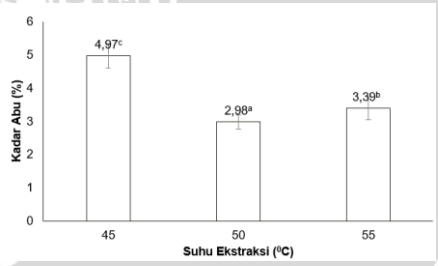


Gambar 2. Grafik Kadar Air Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh nilai kadar air gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 7,48% sampai 9,08%. Nilai ini sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh SNI (1995) yaitu maksimum nilai 16%. Nilai kadar air terbesar diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 45^{0}C yaitu sebesar 9,08%, sedangkan nilai kadar air terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 50^{0}C dan 55^{0}C yaitu sebesar 7,48%. Dari hasil penelitian terlihat kecenderungan semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka nilai kadar air yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan suhu ekstraksi yang semakin tinggi mengakibatkan daya ikat air yang lemah pada gelatin akan menyebabkan air mudah menguap pada saat pengeringan. Menurut Astawan dan Aviana (2002), penurunan kadar air ini disebabkan oleh struktur kolagen yang semakin terbuka dengan katan yang lemah, akibatnya menghasilkan gelatin dengan struktur yang lemah, sehingga daya ikat air pada gelatin juga kurang kuat. Daya ikat air yang lemah pada gelatin akan membuat air mudah menguap pada saat pengeringan.

Kadar Abu (AOAC, 1995) Metode Pengeringan

Nilai kadar abu pada suatu bahan pangan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam suatu bahan pangan tersebut (Apriyantono, 1989) Nilai kadar abu yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada gambar 3.



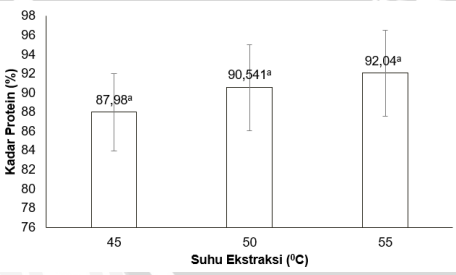
Gambar 3. Grafik Kadar Abu Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh nilai kadar abu gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 2,98% sampai 4,97%. Nilai ini menunjukkan bahwa hanya satu perlakuan saja yaitu 50^{0}C yang sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh SNI (1995) yaitu maksimum nilai 3,25%. Nilai kadar abu terbesar diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 45^{0}C yaitu sebesar

4,97%, sedangkan nilai kadar abu terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 50^{0}C yaitu sebesar 2,98%. Dari hasil penelitian terlihat kecenderungan semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka nilai kadar abu yang dihasilkan semakin rendah. Besar kecilnya nilai kadar abu ditentukan oleh proses pencucian atau demineralisasi, semakin banyak mineral yang luruh maka nilai kadar abu semakin rendah (Setiawati, 2009). Tingginya kadar abu yang dimiliki oleh gelatin kulit ikan gabus diduga karena masih banyak jumlah mineral yang tidak larut dalam proses pencucian.

Kadar Protein (AOAC, 1995) Metode Kjeldahl

Protein di dalam gelatin termasuk protein sederhana dalam kelompok skleroprotein dan mempunyai kadar protein yang tinggi, karena gelatin diperoleh dari hidrolisis atau penguraian kolagen dengan panas (DeMan, 1989) Nilai kadar protein yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 4.

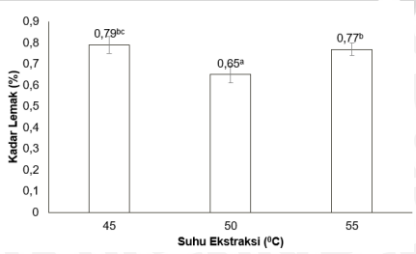


Gambar 4. Grafik Kadar Protein Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh nilai kadar protein gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 87,98% sampai 92,04%. Nilai rendemen terbesar diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 55^{0}C yaitu sebesar 92,04%, sedangkan nilai rendemen terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45^{0}C yaitu sebesar 87,98%. Kadar protein gelatin komersial yaitu 85,99% dan gelatin standar laboratorium yaitu 87,26% (Nurilmala 2004). Kadar protein gelatin kulit ikan gabus yang lebih tinggi diduga karena bahan baku yang digunakan mempunyai kadar protein cukup tinggi. Kadar protein pada gelatin dipengaruhi oleh proses perendaman kulit. Proses perendaman mengakibatkan terjadinya reaksi pemutusan ikatan hidrogen dan pembukaan struktur koil kolagen yang terjadi secara optimum sehingga jumlah protein yang terekstrak menjadi banyak (Setiawati, 2009). Tingginya kadar protein yang terkandung dalam gelatin kulit ikan gabus mengindikasikan bahwa gelatin tersebut memiliki mutu yang baik. Menurut Rusli (2004) bahwa berdasarkan berat keringnya, gelatin terdiri dari 98-99% protein.

Kadar Lemak (AOAC, 1995) Metode Soxhlet

Penentuan kadar lemak cukup penting karena lemak berpengaruh terhadap perubahan mutu gelatin selama penyimpanan. Dimana gelatin yang bermutu tinggi diharapkan memiliki kandungan lemak yang rendah bahkan tidak mengandung lemak (DeMan, 1989). Nilai kadar lemak yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 5.



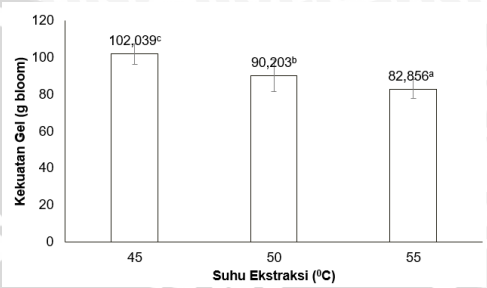
Gambar 5. Grafik Kadar Lemak Gelatin Kulit Ikan Gabus

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

Faktor lain yang mempengaruhi kadar lemak pada gelatin kulit ikan gabus yaitu proses perendaman NaOH selama 2 jam. Natrium hidroksida mampu mengikis lemak yang masih tersisa pada kulit ikan, ini dikarenakan natrium hidroksida yang dilarutkan dalam air akan memiliki sifat panas sehingga dapat mengikis lemak. Menurut Tazwir (2009), soda api yang dalam ilmu kimia disebut NaOH (Natrium hidroksida) merupakan sejenis basa logam kuatis. Dalam dunia medis, soda api memang dikenal sebagai bahan yang bersifat melarutkan jaringan lemak.

Kekuatan Gel (British Standard 757, 1975)

Kekuatan gel sangat penting dalam penentuan perlakuan yang terbaik dalam proses ekstraksi gelatin, karena salah satu sifat penting gelatin adalah mampu mengubah cairan menjadi padatan atau mengubah bentuk sol menjadi gel yang bersifat *reversible*. Kemampuan inilah yang menyebabkan gelatin sangat luas penggunaannya, baik dalam bidang pangan, farmasi, maupun bidang-bidang lainnya. Nilai kekuatan gel yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 6.

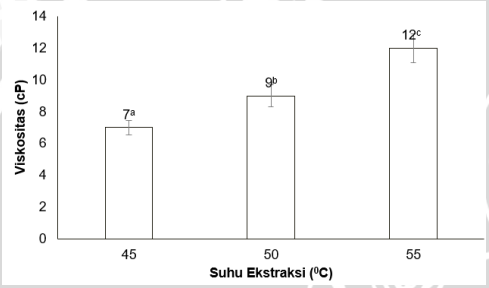


Gambar 6. Grafik Kekuatan Gel Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh kekuatan gel gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 82,856 g *bloom* sampai 102,039 g *bloom*. Nilai-nilai tersebut sesuai dengan titik leleh gelatin menurut GMIA (2012), yaitu antara 50-300 g *bloom*. Kekuatan gel terbesar diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 45^{0}C yaitu sebesar 102,039 g *bloom*, sedangkan kekuatan gel terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 55^{0}C yaitu sebesar 82,856 g *bloom*. Dari hasil penelitian terlihat kecenderungan semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka kekuatan gel yang dihasilkan semakin rendah. Suhu yang semakin tinggi akan mengakibatkan pemutusan rantai asam amino yang semakin banyak. Hal ini disebabkan terjadinya hidrolisis lanjutan pada kolagen yang sudah menjadi gelatin dan menyebabkan pendeknya rantai asam amino sehingga kekuatan gelnya rendah. Rantai asam amino yang pendek menyebabkan interaksi dengan molekul air semakin rendah sehingga tidak mampu untuk membentuk gel (Hafidz, 2011).

Viskositas (British Standard 757, 1975)

Viskositas larutan gelatin terutama tergantung pada tingkat hidrodinamik antara molekul-molekul gelatin itu sendiri. Disamping itu juga, viskositas tergantung pada temperatur (di atas 40^{0}C viskositas menurun secara eksponensial dengan naiknya suhu), pH (viskositas terendah pada titik isoelektrik) dan konsentrasi dari larutan gelatin (Ward dan Courts, 1977). Nilai viskositas yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 7.

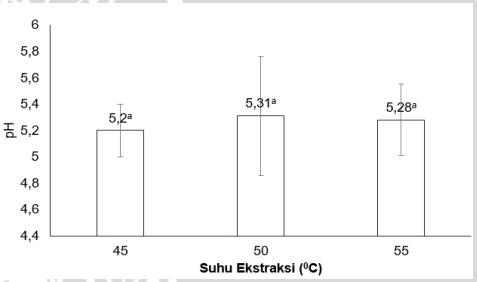


Gambar 7. Grafik Viskositas Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh viskositas gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 7 cP sampai 12 cP. Nilai ini menunjukkan bahwa hanya satu perlakuan saja yaitu 45^{0}C yang sesuai sesuai dengan viskositas gelatin menurut GMIA (2012), yaitu antara 1,5 – 7,5 cP. Viskositas tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 55^{0}C yaitu sebesar 12 cP, sedangkan viskositas terendah dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45^0 yaitu sebesar 7 cP. Viskositas gelatin dipengaruhi oleh kadar air. Hal ini diperkuat dengan pendapat dari Kurniadi (2009), nilai viskositas atau kekentalan larutan gelatin sangat erat kaitannya dengan kadar air gelatin kering. Semakin kecil kadar air gelatin kering maka kemampuannya untuk mengikat air (untuk membentuk gel) akan semakin tinggi. Semakin banyak jumlah air yang terikat oleh gelatin maka larutan akan menjadi semakin kental, yang secara langsung berpengaruh pada semakin tingginya nilai viskositas yang diukur.

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

Nilai pH gelatin ialah derajat keasaman gelatin yang merupakan salah satu patameter penting dalam standar mutu gelatin. Pentingnya pengukuran nilai pH larutan gelatin karena nilai pH mempengaruhi sifat-sifat gelatin lainnya seperti viskositas dan kekuatan gel serta juga akan berpengaruh pada pengaplikasian gelatin dalam produk (Astawan, 2002). Nilai pH yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik pH Gelatin Kulit Ikan Gabus

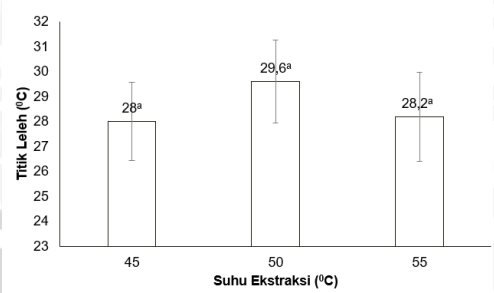
Hasil penelitian diperoleh pH gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 5,2 sampai 5,31. Nilai-nilai tersebut sesuai dengan persyaratan pH gelatin menurut GMIA (2007), yaitu antara 3,8-5,5. Nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 50^{0}C yaitu sebesar 5,31, sedangkan nilai pH terkecil dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45^{0}C yaitu sebesar 5,2. Pengamatan nilai pH gelatin yang efektif pada suhu ekstraksi 50^{0}C, karena pada suhu ekstraksi 55^{0}C terjadi penurunan. Hal ini disebabkan oleh adanya asam yang masih terperangkap pada saat proses perendaman

dengan larutan asam asetat. Larutan perendam yang terperangkap ini sulit untuk dicuci atau dihilangkan secara sempurna sehingga mempengaruhi pH akhir produk.

Menurut Ockerman dan Hansen (2000), saat dilakukan perendaman *(curing)*, serabut kolagen kulit mengalami proses pembengkakan *(swelling),* sehingga terjadi penurunan kohesi internal dari serabut kulit tersebut. Saat terjadi pembengkakan, struktur ikatan asam amino pada molekul kolagen mengalami pembukaan dan bahan *curing* terperangkap dalam struktur ikatan tersebut dan tidak larut saat proses netralisasi. Nilai pH gelatin berhubungan dengan proses atau perlakuan yang digunakan untuk membuatnya. Proses asam cenderung menghasilkan pH yang rendah. Gelatin dengan pH netral cenderung lebih disukai, sehingga proses penetralan memiliki peran yang penting untuk menetralkan sisa-sisa asam setelah perendaman (Hinterwaldner, 1977).

Titik Leleh (Suryaningrum dan Utomo, 2002)

Titik leleh adalah suhu ketika gelatin yang membentuk gel mencair saat dipanaskan perlahan-lahan (Baker *et al.* 1994). Menurut Karim dan Bhat (2009), gelatin sebagai gel *thermorevesible* akan mencair ketika peningkatan suhu mencapai titik tertentu yang disebut dengan titik leleh (*melting point*). Nilai titik leleh yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 9.

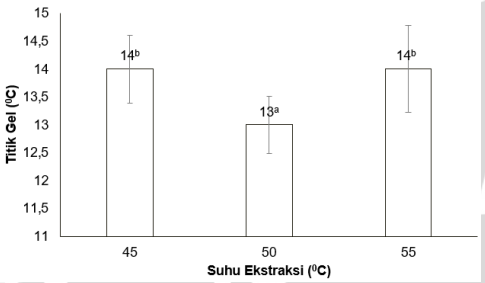


Gambar 9. Grafik Titik Leleh Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh titik leleh gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 28^{0}C sampai 29,6^{0}C. Nilai-nilai tersebut sesuai dengan titik leleh gelatin menurut Shelby (1955), yaitu antara 24-33^{0}C. Sebagaimana menurut Food Chemical Codex (1996) bahwa produk gelatin adalah produk yang pada suhu < 35^{0}C sudah mengalami pelelehan dan dapat mencair dalam mulut. Titik leleh tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 50^{0}C yaitu sebesar 29^{0}C, sedangkan titik leleh terendah dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 45^{0}C yaitu sebesar 28^{0}C. Karim dan Bhat (2009) menyatakan bahwa titik leleh untuk gelatin yang berbahan baku dari ikan memiliki kisaran 11^{0}C – 28^{0}C. Sedangkan kisaran nilai titik leleh untuk gelatin dari sapi dan babi secara berturut-turut yaitu 20^{0}C – 25^{0}C dan 28^{0}C – 31^{0}C. Faktor yang mempengaruhi titik leleh menurut Astawan dan Tita (2003) adalah keadaan awal pembentukan gel. Apabila gel terbentuk dengan cepat, maka gel yang dihasilkan kurang stabil dan lebih cepat meleleh. Selain itu gelatin yang mengalami pengeringan dengan suhu lebih tinggi umumnya menunjukkan titik leleh yang lebih tinggi pula.

Titik Gel (Suryaningrum dan Utomo, 2002)

Titik gel adalah suhu dimana larutan gelatin dalam konsentrasi tertentu mulai membentuk gel (Baker, 1994). Nilai titik gel yang dihasilkan dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 10.

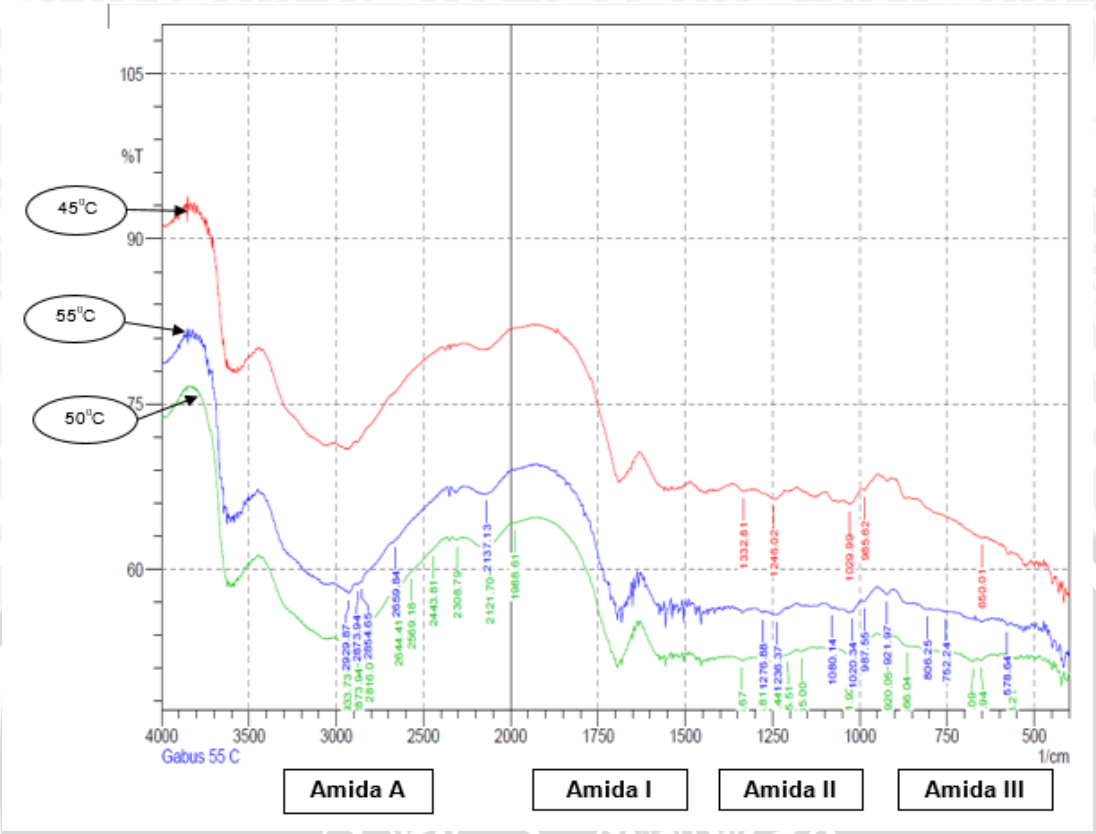


Gambar 10. Grafik Titik Gel Gelatin Kulit Ikan Gabus

Hasil penelitian diperoleh titik gel gelatin kulit ikan gabus berkisar antara 13^{0}C sampai 14^{0}C. Titik gel tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ekstraksi 45^{0}C dan 55^{0}C yaitu sebesar 14^{0}C, sedangkan titik gel terendah dihasilkan pada perlakuan suhu ekstraksi 50^{0}C yaitu sebesar 13^{0}C. Berdasarkan hasil pengujian Nurilmala (2004), suhu tersebut lebih rendah dari titik gel gelatin komersial yaitu 19,50ºC, tetapi lebih tinggi dari titik gel gelatin standar laboratorium yaitu 1,30ºC berdasarkan hasil pengujian. Salah satu faktor yang mempengaruhi titik gel gelatin adalah kadar protein. Kadar protein pada gelatin menentukan jumlah kandungan asam amino hidroksiprolin dalam gelatin. Berdasarkan Amiruldin (2007) yang melakukan penelitian pada asam amino gelatin tulang ikan tuna bahwa titik gel dipengaruhi oleh jumlah asam amino hidroksiprolin, titik gel akan lebih rendah jika jumlah asam amino hidroksiprolin sedikit dan rendahnya hidroksiprolin membuat ikatan hidrogen dalam gelatin sedikit. Jumlah hidroksiprolin yang terdapat dalam gelatin berbanding lurus dengan banyaknya ikatan hidrogen yang kemungkinan bisa terbentuk ketika gelatin terdispersi dalam air (Fatimah, 2008).

Analisis FTIR

Analisis FTIR digunakan untuk analisis gugus fungsi penyusun struktur gelatin kulit ikan gabus. Untuk membuktikan bahwa hasil penelitian ini adalah gelatin, maka dilakukan karakterisasi serapan gugus fungsi khas gelatin dengan FTIR. Setiap gugus fungsi dalam molekul dapat diidentifikasi melalui adanya pita serapan dalam range tertentu pada spektrum inframerah. Hasil spektra gelatin kulit ikan gabus dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Spektra FTIR Gelatin Kulit Ikan gabus

Tabel 2. Posisi Puncak dan Gugus Fungsi Spektra FTIR Gelatin Kulit Ikan Gabus

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

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

Kurva di atas dibagi menjadi 4 bagian, yaitu daerah serapan Amida A, Amida I, Amida II, dan Amida III yang merupakan daerah serapan gugus fungsi khas gelatin. Menurut Muyonga *et al.* (2004), daerah serapan Amida A sekitar 3648-2355 cm^{-1}. Pada kurva terlihat bahwa suhu 50^0C menunjukkan serapan pada 2933,73 cm^{-1}, 2873,94 cm^{-1}, 2816,07 cm^{-1}, 2644,41 cm^{-1}, 2569,18 cm^{-1}, 2443,81 cm^{-1}, sedangkan pada suhu dan 55^0C menunjukkan serapan pada 2929,87 cm^{-1}, 2873,94 cm^{-1}, 2854,65 cm^{-1}, 2659,84 cm^{-1}. Pada gugus gelatin selanjutnya adalah daerah serapan Amida I dengan daerah serapan pada frekuensi antara 1700-1600 cm^{-1} adalah yang paling berguna untuk analisis spektroskopi inframerah dari struktur sekunder protein yang disebut sebagai kurva serapan Amida I (Surewicz & Mantsch, 1988). Namun pada hasil analisis kurva FTIR gelatin kulit ikan gabus dengan suhu ekstraksi 45^0C, 50^0C, dan 55^0C tidak terdeteksi frekuensi pada daerah serapan tersebut. Daerah serapan 1660-1650 cm^{-1} dikenal sebagai daerah serapan untuk struktur rantai α-helik. Maka dengan ini dapat disimpulkan bahwa gelatin yang diekstrak menggunakan suhu 45^0C, 50^0C, dan 55^0C tidak memiliki daerah serapan Amida I atau dengan kata lain tidak mengandung rantai α-helik yang mana rantai ini merupakan struktur gelatin.

Daerah serapan Amida II adalah daerah yang memiliki puncak serapan pada 1560-1335 cm^{-1} (Muyonga *et.al.*, 2004). Vibrasi Amida II disebabkan oleh deformasi ikatan N-H dalam protein. Daerah serapan ini berkaitan dengan deformasi tropokolagen menjadi rantai α. Namun pada hasil analisis kurva FTIR gelatin kulit ikan gabus dengan suhu ekstraksi 50^0C saja yang menunjukkan serapan pada 1336,67 cm^{-1}, sedangkan pada suhu 45^0C dan 55^0C tidak terdeteksi frekuensi pada puncak serapan di daerah Amida II.

Daerah serapan spesifik dari gelatin yang terakhir adalah Amida III. Puncak serapannnya adalah 1240-670 cm^{-1} dan berhubungan dengan struktur *triple-helix* (kolagen) (Hashim *et al.,* 2009). Pada kurva terlihat bahwa gelatin yang diekstraksi dengan suhu 45^0C, 50^0C, dan 55^0C masih mengandung struktur *triple-helix*. Hal ini ditunjukkan oleh puncak serapan 1029,99-985,62 cm^{-1} pada suhu 45^0C, 1234,44-675,09 cm^{-1} pada suhu 50^0C, dan 1236,37-752,24 cm^{-1} pada suhu 55^0C. Hal ini menunjukkan bahwa ada bagian struktur kolagen yang masih belum terkonversi menjadi gelatin dan lolos saat dilakukan penyaringan ekstrak gelatin.

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

Keseluruhan dari kurva spektra FTIR untuk gelatin kulit ikan gabus yang diekstraksi dengan suhu 45^0C, 50^0C, dan 55^0C memiliki intensitas dari Amida A sampai Amida III yang semakin besar. Puncak-puncak pada Amida III masih jelas terlihat, hal ini berarti kolagen belum sepenuhnya berhasil didenaturasi menjadi gelatin dengan perlakuan suhu 45^0C, 50^0C, dan 55^0C. Berdasarkan hasil analisis FTIR, gelatin kulit ikan gabus yang diekstraksi

dengan suhu 50^{0}C dan 55^{0}C adalah yang paling menonjol serapan gugus fungsi khas gelatinnya.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai karakteristik sifat fisika-kimia gelatin dari kulit ikan gabus *(Ophiocephalus striatus)* diperoleh kesimpulan bahwa perlakuan suhu ekstraksi yang berbeda (45^{0}C, 50^{0}C, 55^{0}C) berpengaruh terhadap rendemen, kadar air, kadar abu, kadar lemak, kekuatan gel, viskositas, titik gel, dan serapan gugus fungsi pada FTIR.

Saran

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

DAFTAR PUSTAKA

Association of Official Agricultural Chemist (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist. Inc. Washington, DC.

Apriyanto, A. 1989. Analisis Pangan. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi.

Arnesen, J. A., & Gildberg, A. 2007. Extraction And Characterisation Of Gelatine From Atlantic Salmon (Salmo Salar) Skin. Bioresource Technology. 98: 53–57.

Astawan M, dan T. Aviana. 2003. Pengaruh Jenis Larutan Perendaman Serta Metode Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, Dan Fungsional Gelatin Dari Kulit Cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 14(1): 7-12.

Baker, R.C, P.W. Hahn, and K.R. Robbins 1994. Fundamentals of New Food Product Development. New York: Ersevier Science B.V. 245 hlm.

British Standard 757. 1975. *Sampling and Testing of Gelatin.*

Choi, S.S., and, J.M. Regenstein. 2000. Physicochemical and Sensory Characteristic of Fish Gelatin. *J. Food Sci.* 65(2): 194-199.

Deman, J.M. 1989. Kimia Makanan. Edisi Kedua. Terjemahan dari: Principle of Food Chemistry. Bandung: Institur Teknologi Bandung. 224 hlm

Duan, R., J. Zhang, F. Xing, K. Konno and B. Xu. 2011. Study On The Properties Of Gelatins From Skin Of Carp (*Cyprinus Carpio*) Caught In Winter And Summer Season. *J. Food Hydrocolloids*. 25: 386-373.

Gelatin Manufactures Institute of America (GMIA). 2007. Raw Materials and Production. Gelatin Manufactures Institute of America. http://www.gelatingmia.com/html/rawmaterials.html, diakses pada 18 Januari 2016.

Glicksman, M. 1969. Gum Technology in Food Industry. New York: Academic Press. 167 hlm

Hafidz. 2011. Pembuatan Gelatin Halal Dari Tulang Ikan Bandeng (*Chanoschanos Forskal*) (Sebagai Alternatif Pembuatan Gelatin Halal), Laporan Penelitian, LEMLIT UIN Malang.

Harmita. 2014. Analisis Fisikokimia: Potensiometri & Spektroskopi Vol 1. Jakarta: EGC.

Hashim, D.M., Y.B. Che-Man, R. Norakasha, M. Shuhaimi, Y. Salmah, and Z. A. Syaharia. 2009. Potential Use of Fourier Transform Infra-red

Spectroscopy for Differentiation of Bovine and Porcine Gelatins. *Food Chemistry*.118: 856-860.

Jackson, M., Choo, L.P., Watson, P.H., Halliday, W.C., dan Manish, H.H., (1995), " Beware of Connective Tissue Proteins:Assigmnet and Implication of Collagen Absorptions in Infrared Spectra of Human Tissue", Biochima et Biophysica Acta, 1270 ;1-6.

Karim, A. A, and R. Bhat. 2009. Fish Gelatin: Properties, Challenges, And Prospects As An Alternative To Mammalian Gelatins. *The Journal of Food Hydrocolloid*. 23: 563-576.

Kemp, W. 1987. Organic Spectroscopy. 2nd ed., MacMillan Education, Hampshire. 154 hlm.

Koli, J.M, Subrata B., Binay B.N., Surendra B.P.,Ashif U. P. 2012. Functional characteristics of gelatin extracted from skin and bone of Tiger-toothed croaker (*Otolithes ruber*) and Pink perch (*Nemipterus japonicus*). Food and Bioproducts processing. 90 (2012) 555–562.

Lehninger, A. L. 1982. *Dasar-dasar Biokimia, Jilid* I. Terjemahan *Principle of Biochemistry*, oleh Maggy Thenawijaya. Erlangga, Jakarta..

Mayangsari,E., Fatimah N., Rizky A.R. 2013. Pembuatan Ekstrak Gelatin dari Tulang Ikan Tenggiri *(Scomberomorus commerson)* Melalaui Proses Hidrolisis dengan Larutan Basa. Fakultas farmasi dan Sains. Univesritas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.

Muyonga, J.H. ,Cole, C.G.B., and K.G. Duodu. 2004. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopic Study Of Acid Soluble Collagen And Gelatin From Skins And Bones Of Young And Adult Nile Perch *(Lates niloticus)*. *Food Chemistry*. 86: 325–332.

Muyonga, J.H., C.G.B. Cole and K.G. Duodu. 2004. Extraction And Physico-Chemical Characterisation Of Nile Perch (*Lates niloticus*) Skin And Bone Gelatin. *J. Food Hydrocolloids*. 18: 581-592.

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

Pelu, H., S. Herawati, E. Chasanah, 1998, Ekstraksi Gelatin dari Kulit Ikan Tuna (Thunnus sp.) melalui Proses Asam.Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia.Vol. 4(2), BPTP, Jakarta.

Puspawati, N.M., I.N. Simpen, dan M. Sumerta. 2012. Isolasi Gelatin dari Kulit Kaki Ayam Broiler dan Karakterisasi Gugus Fungsinya dengan Spektrofotometri FTIR. *Jurnal Kimia*. 6(1): 79-87.

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

Rusli A. 2004. Kajian Proses Ekstraksi Gelatin Dari Kulit Ikan gabus (*Pangasius hypopthalmus*) segar [tesis]. Bogor: Sekolah Pasca sarjana. IPB.

Sae-law, T. and B. Soottawat 2015. Physico_Chemical Properties and Fishy Odour of Gelatine From Seabass *(Lates calcarifer)* Skin Stored in Ice. *Food Bioscience IO*: 59-68.

Sai, K. P, and M. Babu. 2001. Studies On Rana Tigerina Skin Collagen. Comparative Biochemistry And Physiology Part B: *Biochemistry and Molecular Biology*. 128(1): 81-90.

Schrieber, R and H. Gareis. 2007. Gelatine Handbook, Wiley-VCH GmbH & Co, Weinhem

Sobral, P. J. A., dan Habitante, A. M. Q. B. 2001. "Phase Transitions of Pigskin Gelatin". Food Hydrocolloids, 15: 377–382.

Stainsby, G. 1977. The Gelatin Gel and The Sol-Gel Transformation. The Science and technology of Ge latin. New York: Academic Press. 167 hlm.

Standar Nasional Indonesia. 06. 3735. 1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Tazwir, N. H., dan R. Peranginangin. 2008. Ekstraksi Gelatin Dari Kulit Kaci-Kaci (Plecthorinchus flavomaculatus) Secara Asam dan Enzimatis. Laporan Teknis. Balai Besar Penelitian Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Wahyuni, M dan Peranginangin, R. 2007. Perbaikan Daya Saing Industri Pengolahan Perikanan melalui Pemanfaatan Limbah Non Ekonomis Ikan menjadi Gelatin. *Artikel.* Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta.uni dan peranginangin

Wong, D.W.S. 1989. Mechanism and Theory in Food Chemistry. An AVI Book, Van Nostrand Reinhold, New York.

Yenti, R. , Dedi N, dan Rosmaini. 2015. Pengaruh beberapa jens larutan asam pada pembuatan gelatin dari kulit ikan sepat rawa *(Trigochaster trichopterus)* kering sebagai gelatin alternatif. Scientia 2(5). Agustus 2015.