

EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI GELATIN KULIT IKAN TENGGIRI (*Scomberomorus commersonii*) DARI PROVINSI KEPULAUAN BANGKA BELITUNG

Febri Gunawan*, Pipih Suptijah, Uju

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis No.1, Bogor 16680, Jawa Barat
Telepon (0251) 8622909-8622907, Faks (0251) 8622907.

*Korespondensi: febrigunawan_dkp@yahoo.com

Diterima: 10 Oktober 2017/ Disetujui: 18 Desember 2017

Cara sitasi: Gunawan F, Suptijah P, Uju. 2017. Ekstraksi dan karakterisasi gelatin kulit ikan tenggiri (*Scomberomorus commersonii*) dari Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 568-581.

Abstrak

Ikan tenggiri (*Scomberomorus commersonii*) merupakan ikan pelagis yang memiliki nilai ekonomis tinggi tersebar luas di perairan Indonesia dan berpotensi sebagai sumber bahan baku pembuatan gelatin yang berasal dari kulit. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi sifat fisika kimia gelatin dari kulit ikan tenggiri dengan metode ekstraksi dengan 3 kali pengantian air rendaman. Tahapan praperlakuan dengan NaOH 0,1 M selama 12 jam, hidrolisis CH_3COOH 0,1 M selama 3 jam dan ekstraksi pada suhu 70°C selama 2 jam dan evaporasi dengan suhu 60°C selama 60 menit menghasilkan gelatin dari kulit ikan tenggiri dengan karakteristik fisika kimia menunjukkan nilai pH 5,47, kekuatan gel 70,81 bloom, viskositas 5,51 cP dan tingkat kecerahan warna $L=70,78$, $a=1,44$ dan $b=19,34$. Rendemen sebesar $6,61\pm 0,52\%$. Hasil analisis proksimat menunjukkan kandungan protein gelatin dari kulit ikan tenggiri memiliki nilai (86,78 \pm 0,07%), air (7,69 \pm 0,12%), lemak (0,71 \pm 0,07%) dan abu (0,58 \pm 0,13%). Asam amino gelatin kulit ikan tenggiri berturut-turut glisina (25,66%), prolina (12,73%), alanin (12,37%), asam glutamat (11,70%) dan arginina (9,10%).

Kata kunci: asam amino, gelatin, rendemen, tenggiri

Extraction and Characterization Gelatin of Skin Mackerel (Scomberomorus commersonii) From Province Bangka Belitung Island

Abstract

Mackerel (*Scomberomorus commersonii*) is one of the pelagic fish that has high economic value and is widespread in Indonesia waters and potentially as a source of raw material of gelatin production derived from skin. This study aimed to characterize the physico chemical properties of gelatin of mackerel with extraction with 3 time of replacement. Pretreatment with NaOH 0,1 M and 12 hours of immersion time, hydrolysis with CH_3COOH 0,1 M for 3 hours, extracted with temperature 70°C for 2 hours and evaporation with temperature 60°C for 60 minutes production gelatin of mackerel skin's with physico chemical characteristics of mackerel skin's gelatin are known to have pH 5,47, gel strength 70,81 bloom, viscosity 5.51 cP and color brightness $L=70.78$, $a=1.44$ and $b=19.34$. Yield $6.61\pm 0.52\%$. The result of proximate analysis produced protein (86.78 \pm 0.07%), water content (7.69 \pm 0.12%), lipid (0.71 \pm 0.07%) and ash (0.58 \pm 0.13%). The main amino acids were glycine (25.66%), proline (12.73%), alanine (12.37%), aspartic acid (11.70%) and arginine (9.10%).

Keywords: amino acids, gelatine, yield, mackerel

PENDAHULUAN

Bangka Belitung merupakan salah satu Provinsi di Indonesia yang memiliki produksi Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commersonii*) yang cukup berlimpah. Tahun 2014 ikan

tenggiri menjadi salah satu dari 10 komoditas perikanan yang paling banyak ditangkap di Bangka Belitung (DKP 2015). Ikan tenggiri di Bangka Belitung dimanfaatkan sebagai menu masakan rumah tangga, dimasak dalam

bentuk olahan lempah kuning, pindang, ikan goreng dan ikan bakar, sedangkan di bidang industri, dijadikan bahan dasar industri makanan khas Bangka seperti pempek, tekwan, model, siomay, kemplang dan getas. Ikan tenggiri banyak ditemukan di perairan Indonesia seperti di pantai utara Jawa, pantai selatan Jawa Tengah, pantai utara dan selatan Bali, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku, dan Irian Jaya (Martosubroto *et al.* 1991).

Produksi ikan tenggiri di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya yaitu berkisar 9,35% pertahun, pada tahun 2011 sebesar 132.705 ton, tahun 2012 meningkat menjadi 141.557 ton, tahun 2013 meningkat menjadi 151.628 ton dan pada tahun 2014 meningkat menjadi 165.808 ton (KKP 2015). Meningkatnya produksi ikan tenggiri diiringi juga dengan semakin meningkatnya pengolahan ikan tenggiri dan semakin meningkat pula limbah buangan ikan tenggiri. Proses pengolahan menghasilkan produk sampingan yang berpotensi dijadikan sebagai alternatif sumber gelatin seperti kulit dan tulang. Proporsi kulit dan tulang ikan mencapai 30% dari berat total ikan (Gomez and Guillen *et al.* 2002).

Gelatin merupakan salah satu jenis protein yang diperoleh dari kolagen alami yang terdapat dalam kulit dan tulang (Yi *et al.* 2006). Kebutuhan gelatin di Indonesia sangat luas dan sampai saat ini baru bisa terpenuhi oleh produk gelatin impor karena Indonesia belum mampu memproduksi gelatin dalam jumlah besar. Negara-negara yang memenuhi kebutuhan gelatin di Indonesia *di antaranya* Perancis, Jepang, India, Brazil, Jerman, Cina, Argentina dan Australia (BPS 2015).

Sumber bahan baku gelatin impor pada umumnya berasal dari tulang dan kulit sapi, babi atau dari sumber lain yang tidak jelas informasinya. Informasi tersebut menimbulkan keraguan dalam kehalalannya terutama bagi negara yang mayoritas penduduknya beragama islam seperti Indonesia karena babi merupakan hewan yang diharamkan untuk dikonsumsi, sedangkan penggunaan sapi sebagai bahan baku gelatin menimbulkan kekhawatiran dalam bidang kesehatan karena adanya wabah penyakit

yang dibawa oleh ternak seperti penyakit sapi gila dan anthrax (Gudmundsson 2002), upaya untuk mengatasi masalah tersebut sekaligus mengurangi ketergantungan impor gelatin, dilakukan beberapa percobaan pembuatan gelatin dari bahan lain yang banyak dan mudah ditemukan, serta aman dikonsumsi. Sumber utama lain yang sangat potensial sebagai bahan baku gelatin adalah kolagen yang berasal dari ikan (Haug *et al.* 2003).

Pemanfaatan ikan tenggiri yang luas di Indonesia, diikuti dengan banyaknya limbah yang dihasilkan dari ikan tenggiri, padahal limbah tersebut merupakan potensi sumber protein yang belum dimanfaatkan dengan maksimal (Junianto 2006). Limbah hasil perikanan, berupa kulit, tulang ikan, kepala ikan, dan organ dalam biasanya dibiarkan terbuang sehingga dapat mencemari lingkungan padahal dari bagian limbah tersebut terdapat kulit dan tulang yang mengandung kolagen yang apabila diproses lebih lanjut dapat menghasilkan gelatin. Limbah kulit tersusun dari kolagen yang apabila dihidrolisis akan menghasilkan gelatin (Agustin 2012). Kulit, tulang, dan gelembung renang ikan merupakan limbah yang secara komersial dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri gelatin karena bahan-bahan tersebut dihasilkan dalam jumlah banyak sehingga dapat memberikan keuntungan dan menambah penghasilan secara ekonomi bagi pengelola limbah industri perikanan (Choi dan Regenstein 2000).

Aplikasi gelatin pada bahan makanan antara lain sebagai agen pembentuk gel, pengental, pengemulsi, pembentuk busa, *edible film* dan *stabilizer*, di bidang farmasi gelatin banyak digunakan untuk pembuatan kapsul lunak dan keras (Park 2007). Gelatin memiliki karakteristik berwarna kuning cerah atau transparan mendekati putih, berbentuk lembaran, bubuk atau seperti tepung, batang, seperti daun, larut dalam air panas, gliserol dan asam sitrat serta pelarut organik lainnya. Gelatin dapat mengembang dan menyerap air 5-10 kali bobot asalnya (Apriyatna 2014). Gelatin banyak digunakan untuk berbagai keperluan industri, baik industri pangan maupun non-pangan karena memiliki sifat yang khas, yaitu dapat berubah secara

reversibel dari bentuk sol ke gel, mengembang dalam air dingin, dapat membentuk film, mempengaruhi viskositas suatu bahan dan dapat melindungi sistem koloid. Industri yang paling banyak memanfaatkan gelatin adalah industri pangan.

Gelatin di pasaran umumnya berbentuk bubuk dan untuk memproduksi gelatin biasanya dilakukan penggantian air rendaman NaOH berkali-kali biasanya satu atau dua jam sekali selama 24 sampai 48 jam sehingga membutuhkan bahan kimia yang banyak. Gelatin dalam penelitian ini dibuat hanya dengan melakukan tiga kali penggantian air perendaman NaOH sambil dilakukan pengadukan. Penelitian mengenai karakterisasi gelatin dari kulit ikan tenggiri dengan metode 3 kali penggantian air rendaman ini dilakukan, mengingat karakteristik gelatin dari bahan baku, bahan kimia dan metode pembuatan yang berbeda menghasilkan gelatin dengan karakteristik yang berbeda pula. Hasil penelitian ini dapat mendukung pengembangan lebih lanjut terkait aplikasi gelatin dari limbah hasil perikanan dalam hal ini kulit ikan tenggiri pada produk pangan maupun nonpangan. Penelitian ini bertujuan menentukan konsentrasi dan waktu perendaman NaOH dan CH_3COOH terbaik untuk hidrolisis dan ekstraksi serta menentukan karakteristik gelatin dari kulit ikan tenggiri yang telah dihasilkan dari metode *triple base extraction* (3 kali penggantian air rendaman sambil di *shaker*).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama dalam penelitian ini adalah kulit ikan tenggiri (*S. commersonii*) yang diambil dari pedagang kulit ikan di pasar ikan kota Pangkalpinang. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian antara lain NaOH (merck), asam asetat (merck), akuades dan bahan analisa lainnya. Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini adalah timbangan digital, *waterbath* (Mettler, Swabach, Germany), peralatan gelas kimia (merk phyrex), kertas pH merk indikator pH universal (1.0935.0001), *refrigerator*, termometer, pipet, dan *vacuum evaporator*,

timbangan digital (Quattro), *vortex* (Scientific Inc, Benchmark, USA), spectrometer UV-Vis (Genesys 10 UV, USA). viscometer TV-10 (Toki Sangyo co.ltd), *texture analyzer* (Ta-xt2i *texture analyzer*: probe 0,5 R; speed 1 mm/s; distance 10 g), *color analyzer* (RGB-1002). *Fourier Transform Infrared* (FTIR) *Bruker Tensor 37* (Bruker Corporation, Jerman) dan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC Waters Corporation, USA).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu 1) preparasi sampel, 2) optimasi praperlakuan (penghilangan protein non kolagen), hidrolisis dan ekstraksi protein non kolagen dan 3) penentuan karakteristik gelatin dari kulit ikan tenggiri.

Preparasi dan karakterisasi kimia kulit ikan tenggiri

Kulit ikan tenggiri (*S. commersonii*) yang diambil dari pedagang kulit ikan di pasar ikan kota Pangkalpinang, lalu dipisahkan dari daging ikan yang masih menempel pada kulit selanjutnya dicuci, dibersihkan dan dibekukan. Kulit ditrasportasikan dari pangkalpinang dalam keadaan beku, selanjutnya kulit dithawing, dibersihkan dan dipotong ukuran $1 \times 2 \text{ cm}^2$ menggunakan gunting dan disimpan di lemari es sampai kulit siap digunakan. Kulit ikan tenggiri yang telah dibersihkan selanjutnya dilakukan pengujian analisis proksimat (AOAC 2005).

Pembuatan gelatin dari kulit ikan tenggiri (*Scomberomus commersonii*)

Tahap pembuatan gelatin kulit ikan tenggiri dengan metode 3 kali penggantian air rendaman adalah dengan melakukan modifikasi pembuatan gelatin Pelu *et al.* (1998) yaitu dimulai dengan tahapan praperlakuan dengan larutan NaOH 1:20 (b/v) yang dilengkapi dengan shaker dimana penggantian larutan NaOH dilakukan sebanyak 3 kali dengan variasi konsentrasi dan waktu perendaman. Metode 3 kali penggantian air rendaman menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 0,1 M, 0,2 M dan 0,3 M dan lama waktu perendaman selama 6, 9 dan 12 jam ini sebagai upaya

menyederhanakan metode pemurnian produk yaitu penghilangan unsur-unsur pengotor seperti protein non kolagen, lemak, mineral, pigmen dan bau selanjutnya dilakukan pencucian kulit hasil perendaman NaOH dengan akuades sampai mendekati pH netral dan dilanjutkan hidrolisis dengan asam asetat dan ekstraksi pada suhu 70°C. Larutan NaOH sisa perendaman kulit dianalisis kandungan proteinnya secara kuantitatif dengan uji Lowry. Hasil praperlakuan dilanjutkan dengan proses hidrolisis dalam larutan CH₃COOH menggunakan konsentrasi 0,1 M, 0,2 M dan 0,3 M dengan rasio kulit dengan larutan asam asetat adalah 1:20 (b/v) dengan lama perendaman 1, 2 dan 3 jam. Kulit hasil hidrolisis dicuci dengan akuades sampai dengan pH mendekati netral dan diekstraksi dengan suhu 70±2°C selama 2 jam dan dilakukan proses pengeringan dengan *evaporator*. Tahapan ini menghasilkan gelatin kulit tenggiri.

Karakterisasi Gelatin dari Kulit Ikan Tenggiri

Gelatin yang dihasilkan selanjutnya dilakukan karakterisasi yang terdiri dari analisis proksimat, pengujian fisika kimia (analisis rendemen, pH, kekuatan gel, viskositas, warna), analisis logam berat, analisis gugus fungsi dengan Fourier Transform Infra Red (FTIR), analisis komposisi asam amino dengan HPLC dan analisis profil protein dengan SDS PAGE untuk melihat kualitas gelatin yang telah dilakukan, selanjutnya hasil uji yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan literatur hasil uji dari produk gelatin komersial (terbuat dari tulang sapi dan telah dijual bebas) dan gelatin standar laboratorium.

Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan pada tahap deproteinasi dengan larutan NaOH dan proses hidrolisis dengan asam asetat (CH₃COOH) adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF). Perlakuan yang digunakan pada tahap deproteinasi adalah kombinasi antara konsentrasi larutan NaOH dengan taraf konsentrasi 0,1; 0,2 dan 0,3 M dan waktu perendaman selama 6, 9 dan 12 jam. Respon yang diukur adalah nilai konsentrasi protein (mg/mL) sedangkan perlakuan untuk tahap hidrolisis merupakan kombinasi antara konsentrasi CH₃COOH dengan taraf konsentrasi 0,1; 0,2 dan 0,3 M dan waktu perendaman selama 1, 2 dan 3 jam. Respon yang diamati adalah derajat pengembangan. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak SPSS 13.0 for windows. Jika uji ANOVA menunjukkan hasil yang berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kulit Ikan Tenggiri Segar

Analisis komposisi kimia kulit ikan tenggiri bertujuan untuk mengetahui kandungan gizi pada kulit ikan. Analisis komposisi kimia yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari kadar air, protein, lemak dan abu. Komposisi kimia kulit ikan tenggiri disajikan pada Tabel 1.

Komposisi kimia kulit ikan tenggiri memiliki kadar protein yang tinggi serta kadar lemak yang lebih tinggi daripada kulit ikan lainnya. Kadar protein yang tinggi dari kulit ikan tenggiri memiliki potensi yang baik untuk dijadikan sebagai sumber gelatin. Alfaro *et al.* (2013) menyatakan bahwa kadar protein

Tabel 1 Komposisi Kimia kulit ikan Tenggiri, Tongkol, Ekor Kuning dan Hiu

Komposisi kimia (%)	Kulit ikan tenggiri	Kulit ikan tongkol ¹	Kulit ikan ekor kuning ²	Kulit ikan hiu ³
Kadar air	67,18±0,91	71,66	68,5	68,38
Kadar protein	23,13±1,32	24,63	17,87	27,73
Kadar lemak	8,41±0,71	2,72	1,17	0,16
Kadar abu	0,32±0,03	0,17	0,74	4,19

Keterangan: ¹Komala (2015), ²Astiana *et al.* (2016), ³Hema *et al.* (2013)

pada kulit ikan sangat menentukan jumlah kolagen yang terkandung di dalam jaringan kulit, mengingat bahwa kolagen merupakan salah satu tahap proses pembuatan gelatin. Kadar lemak kulit ikan tenggiri sebesar 8,41% ini tergolong tinggi. Sun (2006) menyatakan bahwa ikan digolongkan kedalam kelompok ikan berlemak tinggi apabila kandungan lemaknya diatas 5%. Keberadaan lemak dan abu pada kulit ikan berpengaruh terhadap karakteristik gelatin yang dihasilkan sehingga harus dihilangkan (Shon *et al.* 2011). Matmaroh *et al.* (2011) menyatakan bahwa penghilangan lemak dan abu dapat dilakukan dengan perendaman kulit dengan menggunakan larutan basa dan asam.

Konsentrasi Protein

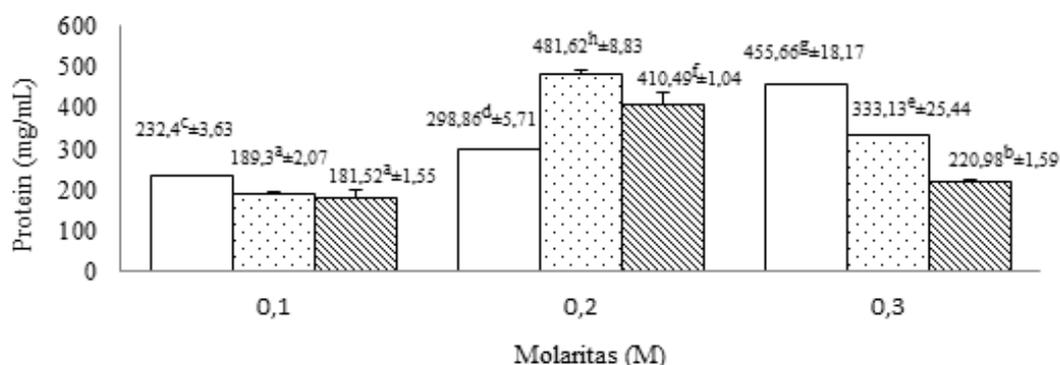
Proses praperlakuan kulit ikan tenggiri dilakukan dalam larutan NaOH dengan variasi konsentrasi NaOH dan lama waktu perendaman. Total protein non kolagen yang tereliminasi selama proses pretreatment dalam larutan NaOH 0,1 M cenderung mengalami penurunan sampai ekstraksi jam ke 12. Konsentrasi protein yang telah terekstraksi pada perendaman dengan NaOH 0,1 M dengan waktu yang berbeda menunjukkan nilai tertinggi pada waktu ekstraksi selama 6 jam yaitu sebesar 232,4±3,63 mg/mL dan terendah dengan perendaman selama 12 jam sebesar 181,52±1,55 mg/mL. Total protein non kolagen dengan perendaman menggunakan larutan NaOH 0,2 M tertinggi dengan ekstraksi perendaman selama 9 jam yaitu sebesar 481,62±8,83 mg/mL dan terendah dengan ekstraksi perendaman selama 6 jam

yaitu sebesar 298,86±5,71 mg/mL. Total protein non kolagen perendaman dalam larutan NaOH konsentrasi 0,3 M cenderung mengalami penurunan, setelah ekstraksi perendaman, total protein non kolagen tertinggi dengan ekstaksi perendaman selama 6 jam sebesar 455,66±18,17 mg/mL dan terendah setelah ekstraksi perendaman 12 jam sebesar 220,98±1,59 mg/mL.

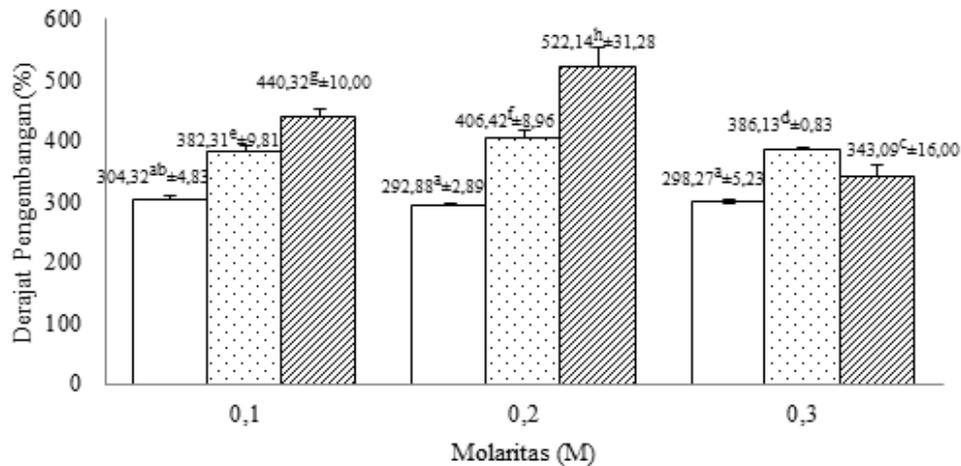
Berdasarkan hasil uji sidik ragam (ANOVA) tabel kepercayaan 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi dan waktu perendaman berpengaruh nyata terhadap konsentrasi protein kulit ikan tenggiri. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi NaOH dan lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\text{sig} < 0,05$). Kombinasi perlakuan terpilih adalah interaksi perendaman NaOH konsentrasi 0,1 M dan waktu 12 jam dengan nilai protein yang terpilih sebesar 181,52±1,55 mg/mL.

Derajat Pengembangan

Proses hidrolisis dengan asam asetat CH_3COOH ini mengakibatkan kulit mengembang (*swelling*). Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan derajat pengembangan terkecil terdapat pada perendaman dengan CH_3COOH konsentrasi 0,2 M selama 1 jam sebesar 292,88±2,89% dan tertinggi dengan perendaman CH_3COOH konsentrasi 0,2 M selama 3 jam sebesar 522,14±31,28%. Derajat pengembangan kulit ikan tenggiri yang tinggi pada perendaman dengan CH_3COOH konsentrasi 0,2 M selama 3 jam ini diduga akibat proses hidrolisis



Gambar 1 Nilai interaksi konsentrasi protein kulit ikan tenggiri dengan pengaruh konsentrasi perendaman NaOH dan waktu perendaman. 6 jam (□), 9 jam (▨), 12 jam (▩).



Gambar 2 Nilai derajat pengembangan kulit ikan tenggiri dengan pengaruh konsentrasi perendaman NaOH dan waktu perendaman. 1 jam (□), 2 jam (▤), 3 jam (▨).

berjalan dengan baik yaitu proses pemecahan ikatan fibril kolagen sehingga menjadi mikrofibril semakin banyaknya asam asetat yang berpenetrasi kedalam jaringan kulit. Derajat pengembangan kulit ikan meningkat dengan semakin lamanya waktu perendaman (Nur'aenah 2013).

Hasil uji sidik ragam (ANOVA) tabel kepercayaan 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi dan waktu perendaman berpengaruh nyata terhadap derajat pengembangan kulit ikan tenggiri. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi CH_3COOH dan lama ekstraksi perendaman memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\text{sig}<0,05$). Nilai derajat pengembangan yang dipilih adalah derajat pengembangan dengan konsentrasi CH_3COOH 0,1 M dan waktu perendaman 3 jam yaitu $440,32\pm 10,01\%$.

Komposisi Kimia

Gelatin merupakan suatu bahan tambahan berupa protein murni, yang diperoleh dari penguraian kolagen dengan menggunakan panas. Hasil analisis komposisi kimia gelatin kulit ikan tenggiri, gelatin komersial dan gelatin standar laboratorium dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil analisis kadar proksimat gelatin kulit ikan tenggiri dengan kadar protein sebesar $86,78\pm 0,07\%$, kadar tersebut lebih tinggi dibanding gelatin komersial tetapi sedikit lebih rendah dibandingkan gelatin

standar laboratorium. Kadar protein yang tinggi pada gelatin kulit ikan tenggiri ini diduga diakibatkan oleh bahan baku yang berasal dari kulit ikan, yang diketahui bahwa ikan tenggiri memiliki kandungan protein yang tinggi. Gelatin sebagai salah satu jenis protein konversi yang dihasilkan melalui proses hidrolisis kolagen yang biasanya memiliki kadar protein yang tinggi. Kadar protein gelatin dari kulit ikan tenggiri dan gelatin standar laboratorium memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibanding kadar protein gelatin komersial hal ini dikarenakan bahan baku keduanya sama dari kulit ikan (Fahrul 2004).

Kadar air gelatin dari kulit ikan tenggiri sebesar $7,69\pm 0,12\%$ kandungan air tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan gelatin komersial dan gelatin standar laboratorium. Kadar air gelatin yang rendah dari kulit ikan tenggiri diduga karena pengaruh pengeringan pada proses pembuatan gelatin kulit ikan tenggiri ini menggunakan vacum evaporator suhu 60°C berbeda dengan gelatin komersial pada gelatin komersial biasanya menggunakan *freeze dryer*. Kadar air maksimal untuk gelatin adalah 16% (BSN 1995). Amiruldin (2007) menyatakan bahwa, kadar air yang rendah akan mempengaruhi mutu gelatin terutama pada ketengikan gelatin dan warna yang kurang cerah.

Abu merupakan residu anorganik dari proses pembakaran atau oksidasi komponen zat organik. Kadar abu dari bahan

Tabel 2 Komposisi kimia gelatin dari kulit ikan tenggiri perlakuan terbaik dibandingkan dengan gelatin komersial dan gelatin standar laboratorium hasil pengujian Nurilmala (2004)

Parameter	Gelatin Kulit ikan tenggiri	Gelatin Komersial ¹	Gelatin Laboratorium ²
Kadar Air (%)	7,69±0,12	11,66	11,45
Kadar Abu (%)	0,58±0,13	1,66	0,52
Kadar Lemak (%)	0,71±0,07	0,23	0,25
Kadar Protein (%)	86,78±0,07	85,99	87,26

Keterangan: ¹Fahrul (2004); ²Nurilmala (2004).

menunjukkan, kadar mineral, kemurnian, bahkan kebersihan suatu bahan yang dihasilkan. Kadar abu gelatin kulit ikan tenggiri sebesar 0,58±0,13% lebih rendah dibanding dengan kadar abu gelatin komersial 1,66% dan lebih tinggi dibanding gelatin standart laboratorium sebesar 0,52%. Kadar abu gelatin kulit ikan tenggiri ini memenuhi standar kadar abu gelatin yaitu maksimum 3,25% (BSN 1995) serta Norland Product (2003) yaitu maksimum 2%. Kadar abu yang rendah pada gelatin kulit ikan tenggiri ini maka gelatin kulit tenggiri bisa diaplikasikan kedalam produk pangan.

Kadar lemak gelatin dari kulit ikan tenggiri 0,71±0,07%. Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan gelatin komersial yang berjumlah 0,23% dan gelatin standar laboratorium dengan kadar lemaknya sebesar 0,25%. Kadar lemak gelatin dari kulit ikan tenggiri yang cukup tinggi ini kurang memungkinkan untuk menyimpan gelatin dalam waktu relatif lama tanpa menimbulkan perubahan mutu, akan tetapi kadar lemak gelatin dari kulit ikan tenggiri ini tetapi masih cukup baik karena tidak melebihi batas standar SNI mutu gelatin (1995) yaitu sebesar 5%. Kadar lemak yang tinggi tersebut diduga diakibatkan oleh lemak yang terdapat di dalam kulit ikan tenggiri masih terbawa ketika proses pembuatan gelatin dan kurang optimalnya proses pencucian serta pengambilan lemak saat proses ekstraksi berlangsung. Kadar lemak pada gelatin sangat bergantung pada perlakuan selama proses pembuatan gelatin, baik pada tahap pembersihan kulit, pencucian maupun proses degreasing hingga pada tahap penyaringan filtrat hasil ekstraksi, dimana setiap perlakuan yang baik akan mengurangi

kandungan lemak yang ada dalam bahan baku sehingga produk yang dihasilkan memiliki kadar lemak yang rendah. Perlakuan yang baik pada tiap tahap proses pembuatan gelatin akan mengurangi kandungan lemak yang ada dalam bahan baku (Trilaksani *et al.* 2012).

Karakteristik Fisika Kimia

Sifat fungsional gelatin merupakan sifat fisika kimia yang sangat mempengaruhi kinerja gelatin dalam sistem makanan selama proses penyiapan, pemanfaatan dan penyimpanan. Hasil karakteristik sifat fisika kimia gelatin kulit ikan tenggiri dengan metode *triple base extraction* (3 kali pengantian air rendaman) disajikan pada tabel 3.

Rendemen

Rendemen yang dihasilkan didapatkan dari perhitungan perbandingan gelatin basis kering yang dihasilkan dengan bahan kulit setelah dibersihkan dan dikeringkan sebagai bahan baku. Hasil penelitian menunjukkan rendemen gelatin dari kulit ikan tenggiri dengan metode 3 kali penggantian air rendaman sebesar 6,61±0,52 %.

Rendemen gelatin kulit ikan tenggiri sebesar 6,61±0,52% diperoleh dari persentase derajat pengembangan dari penggunaan asam asetat. Pelarut asam menyebabkan struktur protein kolagen pada kulit ikan mengembang dan terbuka (Yuniarifin 2006). Proses pretreatment basa dan asam menghasilkan rendemen yang tinggi hal ini disebabkan oleh meningkatnya bukaan kulit *crosslink* pada pengembangan sementara proses *leaching*, pencucian dan denaturasi selama proses ekstraksi dapat menyebabkan nilai rendemen menjadi rendah (Jamilah dan Harvinder 2002).

Tabel 3 Karakteristik gelatin dari kulit ikan tenggiri

Karakteristik	Gelatin Kulit ikan tenggiri	Gelatin Komersial ¹	Gelatin Laboratorium ²
Rendemen (%)	6,61±0,52	-	-
pH	5,47±0,02	5,90	5,00
Kekuatan Gel (<i>bloom</i>)	70,81±5,44	328,57	-
Viskositas (cp)	5,51±0,08	7,00	6,00
Warna	L=70,78±0,93 a=1,44±0,14 b=19,34±0,57	-	-
Logam Berat (ppm)	Cd = Negatif Pb = Negatif As = Negatif Hg = Negatif	-	-

Keterangan: ¹Fahrul (2004); ²Nurilmala (2004).

Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran nilai pH gelatin penting dilakukan karena pH dapat mempengaruhi aplikasi gelatin dalam produk. Gelatin dengan pH netral akan bersifat stabil dan penggunaannya akan menjadi lebih luas (Astawan 2002). Nilai pH sangat tergantung pada proses pencucian setelah proses perendaman asam. Proses pencucian yang baik akan menyebabkan kandungan asam yang terperangkap di dalam kulit semakin sedikit, sehingga nilai pH akan semakin mendekati netral. Proses ekstraksi yang dilakukan pada gelatin kulit ikan tenggiri ini menggunakan metode campuran asam dan basa sebagai praperlakuan. Penelitian Zhou dan Regenstein (2005) pembuatan gelatin dengan campuran basa dan asam akan menghasilkan pH yang mendekati netral. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pH gelatin kulit ikan tenggiri sebesar 5,47±0,02 masih sesuai standar. Standar pH untuk gelatin menurut *Gelatin Manufactures Institute of America* (GMIA) (2012) berada diantara 3,8 hingga 5,5.

Gel Strength (Kekuatan Gel)

Selama proses ekstraksi terjadi pengembangan molekul gelatin, panas akan membuka ikatan pada molekul gelatin dan cairan yang semula bebas mengalir menjadi

larutan kental. Hasil pengukuran kekuatan gel pada gelatin dari kulit ikan tenggiri diperoleh data sebesar 70,81±5,44 bloom. Perendaman kulit ikan dalam larutan asam asetat dengan konsentrasi yang semakin tinggi dan lama waktu perendaman yang semakin lama akan menyebabkan pemotongan rantai asam amino semakin tinggi dan dapat menyebabkan terjadinya hidrolisis lanjutan pada kolagen yang sudah terdispersi menjadi gelatin sehingga dihasilkan rantai asam amino yang lebih pendek yang berakibat turunnya kekuatan gel. Kusumawati *et al.* (2006) menyatakan bahwa, semakin rendah konsentrasi perendaman yang digunakan maka semakin tinggi kekuatan gel yang dihasilkan. Hasil pengukuran kekuatan gel menunjukkan bahwa gelatin kulit ikan tenggiri ini telah memenuhi standar gelatin untuk konsumsi pangan. GMIA (2012) menyatakan bahwa, gelatin yang dapat digunakan sebagai *edible* gelatin memiliki kekuatan gel sebesar 50-300 bloom.

Viskositas

Viskositas merupakan salah satu parameter penting untuk menentukan kualitas gelatin. Nilai viskositas yang tinggi diperlukan untuk berbagai industri, misalnya penstabil makanan, farmasi dan emulsi fotografi. Viskositas yang rendah diperlukan untuk industri gula (Scrieber dan Garies 2007).

Hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui nilai viskositas gelatin dari kulit ikan tenggiri sebesar $5,51 \pm 0,08$ cP lebih kecil dibandingkan dengan viskositas gelatin komersial dan gelatin laboratorium, semakin kecil konsentrasi asam yang digunakan maka nilai viskositas yang didapat akan semakin kecil. Hal ini diduga karena konsentrasi asam yang rendah menyebabkan belum terjadinya hidrolisis sempurna sehingga rantai asam amino yang terbentuk belum cukup panjang dan viskositasnya menjadi rendah. Viskositas gelatin yang dihasilkan sangat bergantung pada konsentrasi gelatin yang dilarutkan, dan suhu yang digunakan dalam ekstraksi gelatin (GMIA 2012).

Viskositas berhubungan dengan bobot molekul (BM) rata-rata gelatin dan distribusi molekul, sedangkan bobot molekul gelatin berhubungan langsung dengan panjang rantai asam aminonya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin panjang rantai asam amino maka nilai viskositas akan semakin tinggi. Viskositas gelatin dipengaruhi oleh pH, temperatur, konsentrasi dan teknik perlakuan seperti penambahan elektrolit lain dalam larutan gelatin. Viskositas gelatin akan berpengaruh pada produk akhir suatu produk. Semakin tinggi konsentrasi gelatin maka viskositasnya semakin tinggi (Setiawati 2009).

Warna Gelatin

Warna merupakan salah satu parameter yang penting dalam spesifik gelatin, dimana pada umumnya warna gelatin diharapkan berwarna putih, karena gelatin yang bermutu tinggi biasanya tidak berwarna. Gelatin yang berwarna semakin putih semakin baik, sehingga aplikasi bisa lebih luas. Kecerahan gelatin ditentukan oleh bahan baku dan proses pembuatan gelatin. Hasil pengukuran warna menunjukkan bahwa warna gelatin kulit ikan tenggiri memiliki nilai L $70,78 \pm 0,93$, semakin tinggi nilai L, maka semakin cerah gelatin tersebut. Nilai a dan nilai b pada gelatin kulit ikan tenggiri masing-masing $1,44 \pm 0,14$ dan $19,34 \pm 0,57$. Nilai a tersebut menunjukkan kemerahan dan nilai b menunjukkan nilai kuning dari gelatin. Warna gelatin dari hasil penelitian menunjukkan warna putih kekuningan. Warna putih kekuningan ini

diduga selain karena proses pengeringan juga dipengaruhi oleh kesegaran bahan baku. Kesegaran bahan baku akan mempengaruhi mutu gelatin (Wiratmaja 2006). Warna gelatin ini juga berkaitan dengan tingkat efektivitas proses pretreatment yaitu pelepasan pigmen selama proses perendaman dengan NaOH (Alhana *et al.* 2015).

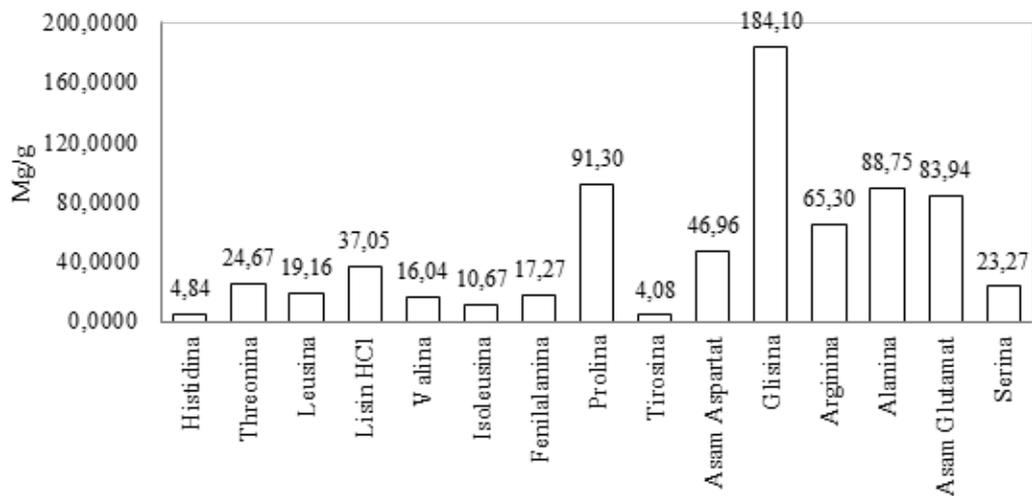
Logam Berat

Analisis logam berat pada gelatin penting dilakukan untuk menentukan keamanan penggunaan gelatin pada produk konsumsi yaitu produk pangan dan produk farmasi. Logam berat timbal (Pb), merkuri (Hg), kadmium (Cd) dan arsen (As) merupakan kontaminan yang berbahaya bagi manusia jika melebihi batas yang ditetapkan. Merkuri (Hg) dalam gelatin menunjukkan tingkat pencemaran diperairan yang sangat membahayakan jika terakumulasi dalam tubuh. Berdasarkan hasil penelitian, gelatin dari kulit ikan tenggiri dengan metode 3 kali penggantian air rendaman menunjukkan bahwa di dalam gelatin dari kulit ikan tenggiri tidak terdeteksi adanya kandungan logam berat timbal (Pb), merkuri (Hg), kadmium (Cd) dan arsen (As). Hasil ini memenuhi standar mutu gelatin yang ditetapkan SNI (1995) dan FAO JECFA (2003) yaitu maksimum 50 mg/ kg. Gelatin yang diproduksi dari kulit ikan tenggiri dengan 3 kali penggantian air rendaman aman dikonsumsi dan dapat digunakan diaplikasikan dalam produk konsumsi yaitu produk pangan dan produk farmasi.

Komposisi Asam Amino

Gelatin merupakan protein yang terhidrolisis melalui pemanasan. Gelatin yang terhidrolisis kemudian membentuk ikatan ganda dengan ukuran yang lebih kecil. Ikatan gelatin dalam struktur yang lebih kecil tersebut merupakan asam amino (Kittiphattnabawon *et al.* 2016). Asam amino merupakan faktor penting yang mempengaruhi kekuatan gel dan viskositas gelatin. Komposisi asam amino yang terdapat pada gelatin kulit ikan tenggiri tersaji pada Gambar 4.

Komposisi asam amino tersebut menyebabkan gelatin sebagai bahan yang



Gambar 3 Komposisi asam amino gelatin dari kulit ikan tenggiri

multiguna dalam berbagai industri. Gelatin bersifat multifungsi yaitu bisa berfungsi sebagai bahan pengisi, pengemulsi (*emulsifier*), pengikat, pengendap, pemer kaya gizi, pengatur elastisitas, dapat membentuk lapisan tipis yang elastis, membentuk film yang transparan dan kuat, kemudian sifat penting lainnya yaitu daya cernanya yang tinggi dan dapat diatur, sebagai pengawet, humektan, pengental, penstabil, dan lain-lain. Gelatin mengandung asam amino essential yang cukup lengkap yang dibutuhkan tubuh, satu asam amino essential yang hampir tidak terkandung dalam gelatin yaitu *tryptophane* (Hastuti dan Sumpe 2007).

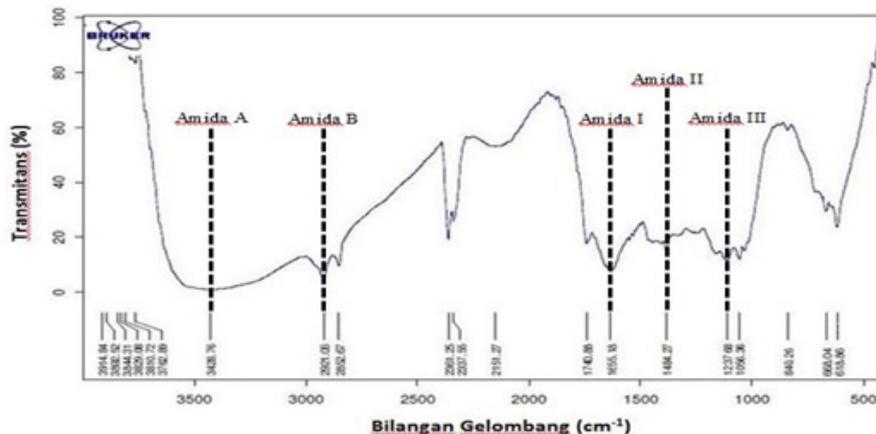
Hasil analisis komposisi asam amino menunjukkan bahwa gelatin dari kulit ikan tenggiri mengandung komposisi asam amino glisina (25,66%), prolina (12,73%),

alanina (12,37%), asam glutamat (11,70%) dan arginina (9,10%). Asam amino glisina dan prolina memiliki peran penting dalam karakteristik fisik gelatin. Kandungan Glisin pada gelatin sangat berperan penting dalam pengikatan air (Pranoto *et al.* 2011).

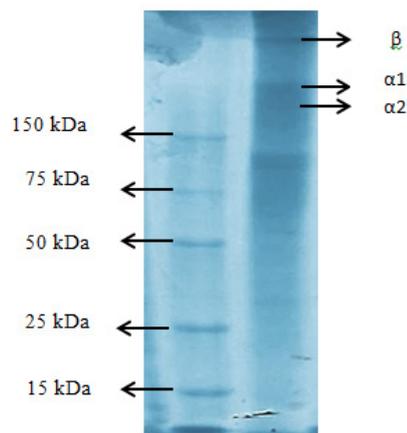
Analisis Gugus Fungsi dengan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Analisis FTIR dilakukan untuk memastikan senyawa yang dihasilkan adalah gelatin. Hasil spektra inframerah dan karakteristik gugus fungsi gelatin dari kulit ikan tenggiri disajikan pada Gambar 5 dan hasil spektra inframerah disajikan pada Tabel 4.

Puncak serapan amida I pada gelatin dari kulit ikan tenggiri berada pada panjang gelombang 1635,18 cm^{-1} .



Gambar 4 Spektra inframerah gelatin kulit ikan tenggiri



Gambar 5 Berat Molekul gelatin kulit ikan tenggiri

Kong dan Yu (2007) menyatakan bahwa komponen α -helix ditunjukkan pada wilayah serapan yang berkisar antara $1658-1653\text{ cm}^{-1}$, sehingga puncak serapan amida I gelatin kulit ikan tenggiri menunjukkan adanya komponen α -helix. Shah dan Manaker (2012) menyatakan bahwa gugus amida I terkait dengan karakteristik vibrasi peregangan gugus karbonil. Gugus amida II dan III pada gelatin dari kulit ikan tenggiri berada pada bilangan gelombang $1484,27\text{ cm}^{-1}$ dan $1237,68\text{ cm}^{-1}$. Gugus amida II memiliki hubungan terhadap struktur *triple helix* yang merupakan karakteristik khas dari kolagen. Hal ini menunjukkan bahwa proses ekstraksi gelatin yang dilakukan telah menghilangkan kolagen pada kulit ikan tenggiri (Muyonga *et al.* 2004).

Profil Protein

Berat molekul (BM) kolagen dalam produk gelatin ditentukan dengan menggunakan SDS-PAGE. Karakteristik kimia produk gelatin berhubungan dengan sifat fungsional dari gelatin itu sendiri. Karakteristik yang penting dalam menilai produk gelatin salah satu adalah distribusi BM. Gambaran perbandingan pola distribusi BM gelatin yang diproduksi dari kulit ikan tenggiri disajikan pada Gambar 5.

Gelatin dari kulit ikan tenggiri dengan *triple base extraction* ini memiliki pola elektroporesis yang menunjukkan bahwa gelatin dari kulit ikan tenggiri ini memiliki 2 rantai $\alpha 1$ dan $\alpha 2$. Gelatin dari kulit ikan tenggiri

yang dihasilkan juga mengandung berat molekul yang cukup tinggi yaitu komponen β yang menunjukkan adanya ikatan silang dalam molekul. Berat molekul gelatin kulit ikan tenggiri dengan metode 3 kali penggantian air rendaman yang dihasilkan dari perlakuan perendaman NaOH 0,1 M selama 12 jam dan CH_3COOH 0,1 M selama 3 jam dan ekstraksi suhu $70\pm 2^\circ\text{C}$ selama 2 jam menghasilkan gelatin dengan berat molekul yaitu β 280,74 KDa, $\alpha 1$ 214,86 KDa dan $\alpha 2$ 209,79 KDa. Gelatin menghasilkan berat molekul yang lebih rendah dari kolagen dan terdiri dari campuran fragmen berat molekul dengan rentang 80 sampai 250 KDa. Gelatin kulit ikan tenggiri dengan 3 kali penggantian air rendaman dengan NaOH 0,1 M selama 12 jam dan CH_3COOH 0,1 M selama 3 jam dan ekstraksi dengan suhu $70\pm 2^\circ\text{C}$ selama 2 jam mempengaruhi berat molekul gelatin. Perlakuan suhu, waktu ekstraksi dan konsentrasi NaOH mempengaruhi berat molekul gelatin. Faktor yang mempengaruhi pemutusan ikatan peptide antara lain suhu, waktu ekstraksi dan konsentrasi bahan pengekstrak (Jamilah *et al.* 2013).

KESIMPULAN

Metode 3 kali penggantian air rendaman memberikan pengaruh terhadap karakteristik sifat fisika kimia gelatin dari kulit ikan tenggiri. Perlakuan terbaik adalah perlakuan NaOH 0,1 M selama 12 jam, hidrolisis CH_3COOH 0,1 M selama 3 jam dan ekstraksi dengan suhu $70\pm 2^\circ\text{C}$ menghasilkan gelatin dengan

rendemen $6,61 \pm 0,52\%$, pH $5,4 \pm 0,02$, kekuatan gel $70,8 \pm 5,44$ bloom, viskositas $5,51 \pm 0,08$ cP warna L $70,78 \pm 0,93$ a $1,44 \pm 0,14$ b $19,34 \pm 0,57$ dan tidak terdeteksi kandungan logam berat. Komposisi asam amino pada gelatin dari kulit ikan tenggiri berturut-turut adalah Glisina, Prolina, Alanin, L-Asam Glutamat dan L-Arginin.

Saran penelitian selanjutnya diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memutihkan gelatin dan pengaplikasiannya kedalam produk pangan ataupun kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin A. 2012. Penggunaan bakteri proteolitik dari limbah industri tuna sebagai agensia bating pada proses penyamakan kulit ikan tuna [disertasi]. Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada.
- Alfaro AT, Fonseca GG, Balbinot E, Machado A, Prentice C. 2013. Physical and chemical properties of wami tilapia skin gelatin. *Food Science and Technology*. 33(3): 592-595.
- Alhana, Suptijah P, Tarman K. 2015. Extraction and characterization of collagen from sea cucumbar flesh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18(2): 150 – 161.
- Amiruldin M. 2007. Pembuatan dan analisis karakteristik gelatin dari tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Methods of Analysis (18 Edn). Maryland (US): Association of Official Analytical Chemist Inc.
- Astawan M, Hariyadi P, Mulyani A. 2002. Analisis sifat reologi gelatin dari kulit ikan cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 8(1): 38 – 46.
- Astiana I, Nurjanah, Nurhayati T. 2016. Karakteristik kolagen larut asam dari kulit ikan ekor kuning. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(1): 79 – 93.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. Statistik Perdagangan Luar Negeri. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- British standard 757. 1975. Sampling and Testing Gelatins. New York (US): Academic Press.
- Choi SS, Regenstein JM. 2000. Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. *Journal of Food Science*. 65(2): 194-199.
- Coates J. 2000. Interpretation of infrared spectra, a practical approach. Di dalam: Meyers RA, editor. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- DeMan, John M. 1997. Kimia Makanan Edisi Kedua. Bandung (ID): Institut Teknologi Bandung.
- [DKP] Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. 2015. Statistik Perikanan Tangkap 2014. www.dkpprovbabel.go.id.
- Fahrul. 2004. Kajian ekstraksi gelatin dari kulit ikan tuna (*Thunnus alalunga*) dan karakteristiknya sebagai bahan baku industri farmasi [tesis]. Bogor (ID): Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- [GMIA] Gelatin Manufacturers Institute of America. 2012. The Gelatin Manufacturers Institute of America's (GMIA) Perspective on Melanine. New York (NY): Gelatin Handbook.
- Guillen M, Turnay J, Fernandez-Diaz, Ulmo N, Lizarbe M A, Montero P. 2002. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. *Food Hydrocolloid*. 16 (2002):25–34.
- Gudmundsson M. 2002. Rheological properties of fish gelatin. *Journal of Food Science*. 67(6): 2172-2176.
- Haug IJ, Kurt ID, Olav S. 2004. Physical behaviour of fish gelatin-k-carrageenan mixtures. *Journal Carbohydrate Polymers*. 56(2004): 11-19.
- Hema GS, Shyni K, Mathew S, Anandan R, Ninan G. 2013. A simple method for isolation of fish skin collagen-biochemical characterization of skin collagen extracted from albacore tuna (*Thunnus alalunga*), dog shark (*Scoliodon sorrakowah*), and rohu (*Labeo rohita*). *Annals of Biological Research*. 4(1): 271-278.
- Jamilah B, Hardvinder KG. 2002. Properties of gelatin from skins of fish black tilapia

- (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Food Chemistry*. 77: 81-84.
- [JECFA]. Joint Expert Communittee on Food Additives. 2003. *Edible Gelatin*. Di dalam Compendium of Additive Specifications. Volume 1. Italy (CI): Rome.
- Junianto, Haetami, Maulina. 2006. Produksi gelatin dari tulang ikan dan pemanfaatannya sebagai bahan dasar pembuatan cangkang kapsul. Bandung (ID): Universitas Padjadjaran.
- Kittiphattanabawon P, Benjakul S, Visessanguan W, Kishimura H, Shahidi F. 2010. Isolation and Characterisation of collagen from the skin of brownbanded bamboo shark (*Chiloscyllium punctatum*). *Food Chemistry*. 119 (2010):1519-1526.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2015. Statistik Perikanan Tangkap Menurut Provinsi 2014. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap.
- Komala AH. 2015. Ekstraksi dan karakterisasi kolagen dari kulit ikan tongkol (*Euthinnus affinis*) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kong J, Yu S. 2007. Fourier transform infrared spectroscopic analysis of protein secondary structures. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*. 39(8): 549-559.
- Kusumawati R, Tazwir, Wawasto A. 2008. Pengaruh perendaman dalam asam klorida terhadap kualitas gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*). *Jurnal Pascapanen Bioteknologi Kelautan Perikanan*. 1(3):63-68.
- Laemmli U K. 1970. Cleavage of structural proteins during assembly of head of bacteriophage T4. *Nature*. 227(1970): 680-685.
- Martosubroto, P., Nurzali Naamin dan Ben B. Abdul Malik. 1991. Potensi dan penyebaran sumber daya ikan laut di perairan Indonesia. Jakarta (ID): Ditjenkan Puslitbangkan Oseanologi.
- Matmaroh K, Benjakul S, Prodpran T, Encarnacion A, Kishimura H. 2011. Characteristics of acid soluble collagen and pepsin soluble collagen from scale of spotted golden goatfish (*Parupeneus heptacanthus*). *Food chemistry*. 129: 1179-1186.
- Mohtar N F, Perera C, Quek S Y. 2010. Optimisation of gelatine extraction from hoki (*Macruronus novaezelandiae*) skins and measurement of gel strength and SDS-PAGE. *Food Chemistry*. 122: 307-313.
- Muyonga JH, Cole CGB, Duodu KG. 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*). *Elsevier Food Chemistry*. 86: 325-332.
- Nur'aenah N. 2013. Ekstraksi dan karakterisasi kolagen dan nanopartikel kolagen dari kulit ikan pari (*Pastinachus solocirostris*) sebagai bahan baku kosmetik [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Nurilmala M. 2004. Kajian potensi limbah tulang ikan keras (Teleostei) sebagai sumber gelatin dan analisis karakteristiknya. [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Park JW, Whiteside WS, Cho SY. 2007. Mechanical and water vapor barrier properties of extruded and heat-pressed gelatin films. *LWT*. 41 (2007): 692-700.
- Pelu H, Herawati S, Chasanah E. 1998. Ekstraksi gelatin dari kulit ikan tuna melalui proses asam. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. IV(2) :6-74. Jakarta (ID): BPTP.
- Poppe J. 1992. Gelatin. Di dalam Imeson A (ed). Thickening and gelling agents for food. London (UK): Blackie Academic and Professional.
- Pranoto, Marseno, Rahmawati. 2011. Characteristics of gelatin extracted from fresh and sun-dried seawater fish skins in Indonesia. *International Food Research Journal*. 18(4): 1335-1341.
- Schrieber R, Gareis H. 2007. Gelatin Handbook. Theory and Industrial Practice. Jerman (GY): Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.
- Setiawati I H. Karakterisasi mutu fisika kimia gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) hasil proses perlakuan asam. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- Shah V, Manekar A. 2012. Isolation and characterization of collagen from the placenta of buffalo (*Bovidae bubalus bubalis*) for the biomaterial applications. *Trend in Life Science*. 1(4): 26–32.
- Shon J, Ji-Hyun E, Hwang SJ, Jong-Bang E. 2011. Effect of processing conditions on functional properties of collagen powder from Skate (*Raja kenoei*) skins. *Food Science Biotechnology*. 20(1):99-106.
- Sun DW. 2006. *Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues*. Boca Rason: CRC Press Taylor and Francis Group.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. SNI 06.3735. 1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Sun DW. 2006. *Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues*. Boca Rason: CRC Press Taylor and Francis Group.
- Trilaksani W, Nurilmala M, Setiawati I H. 2012. Ekstraksi gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) dengan Proses perlakuan Asam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*. 15 (3):240-251.
- Wiratmaja.2006. Perbaikan nilai tambah tulang ikan tuna (*Thunnus sp.*) menjadi gelatin serta analisis sifat fisika-kimia. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Yan M, Li B, Zhao X, RenG, Zhuang Y, Hou H, Zhang X, Chen L, Fan Y. 2008. Characterization of acid soluble collagen from the skin of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*). *Food Chemistry*. 107 (2008):1581-1586.
- Yi JB, Kim YT, Bae HJ, Whiteside WS, Park HJ. 2006. Influence of transglutaminase-induced cross-linking on properties of fish gelatin films. *Journal of Food Science*. 71(9): 376-383.
- Yuniarifin H, Bintoro VP, dan Suwarastuti A. 2006. Pengaruh berbagai konsentrasi asam fosfat pada proses perendaman tulang sapi terhadap rendemen, kadar abu dan viskositas gelatin. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis*. 31(1): 55 – 61.
- Zhou P, Regenstein JM. 2005. Effects of alkaline and acid pretreatments on Alaska Pollock skin gelatin extraction. *Journal of Food Science*. 70(6): 392-396.