

JURNAL PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN INDONESIA

Pemanfaatan Pasta Limbah Karagenan dari Rumput Laut <i>Eucheuma</i> sp. sebagai Pupuk pada Tanah Terdegradasi	Basuki Wasis, Pipih Suptijah, Putri Septembriani	173-182
Degradasi Bahan Organik dan Pemanfaatan Arus Listrik pada Sedimen Tambak Udang Tradisional Melalui <i>Microbial Fuel Cell</i>	Bambang Riyanto, Akhiruddin Maddu, Yayan Firmansyah	183-192
Pengaruh Perebusan terhadap Kandungan Asam Lemak dan Kolesterol Kerang Pokea (<i>Batissa violacea celebensis</i> Marten 1897)	Yenni, Tati Nurhayati, Nurjanah	193-198
Optimasi Pemurnian Polisakarida dari Mikroalga BTM 11 sebagai Inhibitor RNA Helikase Virus Hepatitis C	Apon Zaenal Mustopa, Aksar Chair Lages, Iriani Setyaningsih, Muhamad Ridwan, Rifqiyah Nur Umami, Dwi Susilaningsih, Delicia	199-206
Kandungan Komponen Bioaktif dan Aktivitas Antimikrob Ekstrak Bintang Laut <i>Culcita schmideliana</i>	Kustiariyah Tarman, Hana Nurullita Prestisia, Iriani Setyaningsih, Meydia, Yogiara, Jae-Kwan Hwang	207-215
Kajian Pola Penerimaan Siswa Sekolah Dasar terhadap Produk Makanan Jajanan Berbahan Baku Konsentrat Protein Ikan Baung (<i>Hemibagrus nemurus</i>) di Kabupaten Kampar, Riau	Dewita, Syahrul, Rizky Febriansyah	216-222
Aplikasi Karagenan sebagai Cangkang Kapsul Keras Alternatif Pengganti Kapsul Gelatin	Pipih Suptijah, Sugeng Heri Suseno, Kurniawati	223-231
Perubahan Parameter Kimia dan Mikrobiologi serta Isolasi Bakteri Penghasil Asam Selama Fermentasi Bekasam Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	Desniar, Iriani Setyaningsih, Retno Santi Sumardi	232-239
Ekstraksi Gelatin Kulit Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus</i> sp.) dengan Proses Perlakuan Asam	Wini Trilaksani, Mala Nurilmala, Ima Hani Setiawati	240-251
Penurunan Metabolisme Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) Selama Transportasi Menggunakan Ekstrak Daun Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i> var. <i>pyrifera</i>)	Ruddy Suwandi, Roni Nugraha, Wina Novila	252-260



JURNAL PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN INDONESIA

Ketua Redaksi : Kustiariyah Tarman

Dewan Redaksi : Nurjanah
Tati Nurhayati
Sugeng Heri Suseno
Linawati Hardjito
Amir Husni
Hari Eko Irianto

Penyunting Pelaksana : Roni Nugraha

**Administrasi dan
kesekretariatan** : Husnul Fitriah

Sirkulasi : Rully Firmansyah

Alamat Redaksi:

Departemen Teknologi Hasil Perairan, FPIK
Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB
Dramaga Bogor 16680
Telp. (0251) 8622915 Fax. (0251) 8622916
E-mail: jurnalpengolahan@yahoo.com

Dipublikasikan oleh Masyarakat Pengolahan
Hasil Perikanan Indonesia (MPHPI)

Terbit 3 (tiga) kali dalam setahun

Editorial

Potensi pengembangan produk hasil perikanan dan kelautan di Indonesia sangat besar selain diversifikasi produk perikanan yang sudah dikenal luas oleh masyarakat, seperti nuget ikan, kaki naga, bakso ikan, ekado, dan lain-lain. Sumberdaya perikanan dan kelautan juga berpotensi sebagai sumber energi dan bahan industri lainnya. Hasil samping industri rumput laut misalnya dapat dikembangkan menjadi pupuk.

Pada edisi ketiga ini, disajikan berbagai potensi pemanfaatan sumber daya hayati dan non hayati perikanan dan kelautan. Pemanfaatan sedimen tambak udang sebagai sumber arus listrik melalui *Microbial Fuel Cell* merupakan contoh potensi yang belum banyak dieksplor. Disamping itu, pemanfaatan bioaktif dan mikroorganisme laut sebagai antivirus, antimikrob, dan biopreservatif.

KEPENGURUSAN MASYARAKAT PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN INDONESIA (MPHPI) 2009-2013

Pelindung : Menteri Kelautan dan Perikanan Indonesia
Pembina : Dirjen P2HP, Es-I Mendiknas, Es-I Menperindag
Pengaroh : Dir. Usaha & Investasi, Dir. PH, Ditjen P2HP
Sekretaris Pengarah: Prof. Hari Eko Irianto
Ketua Umum: Prof. Hari Eko Irianto
Ketua I: Prof. Dr. Sukoso
Ketua II: Ir. Adi Surya
Sekretaris I: Dr. Joko Santoso
Sekretaris II: Drs. Made W. Arthajaya, MSi
Bendahara I: Dr. Ir. Nurjanah, MS
Bendahara II: Dewi Mufita
Departemen Industri: Dr. Bustami, Ir. Nur Retnowati, Ir. M. Najib
Dept. Pendidikan: Dr. Eddy Afrianto, Dr. Amir Husni,
Dr. Tri Winarni Agustini, Dr. Ir. Wini Trilaksana, MSc
Dept. Litbang: Dr. Singgih Wibowo, MS, Dr. Hartati Kartikaningsih,
Fatur Rohman, Dr. Aef Permadi
Dept. Pengembangan Bisnis: Dr. Linawati Hardjito, Dr. Welizar,
Ir. Jamal Basmal, MSc, Yudi, Ir. Iwan Sutanto
Sekretariat: Agus Triyanto, Nova Riana B, Dinardani Ratrisari,
Reni Pratiwi, Desniar, MSi, Dr. Agoes M. Jacoeb, Dwiwitno,
Kartika Winta
Komisariat Sumatera: Rinto, SPi, MP
Kom Jawa Bag Barat (Jabar, DKI, Banten): Ir. Evi Liviawaty, MS
Kom Jawa Bag Tengah (Jateng & DIY): Dr. Latif Sahubawa
Kom Jawa Bag Timur (Jatim & Bali): Dr. Hepty Nur Syam
Kom Kalimantan: Dr. Yuspihana Fitriah
Kom Sulawesi: Dr. Metu Salach, MSc
Kom Maluku & Papua: Dr. Petrus Wennu

EKSTRAKSI GELATIN KULIT IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus sp.*) DENGAN PROSES PERLAKUAN ASAM

*Gelatin Extraction from Snapper (*Lutjanus sp.*) Skins with Acid Treatment*

Wini Trilaksani*, Mala Nurilmala, Ima Hani Setiawati

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB

Diterima 22 Agustus 2011/Disetujui 26 Oktober 2012

Abstract

Commercial gelatin extracted from bones and skins of animals (cows and pigs), triggering people being unsure in "health" and "halal" perspectives. Therefore other sources of gelatin for example bones and skins of fish should be explored. Processing of snapper (*Lutjanus sp.*) skins into gelatin can be achieved by either acid or alkali treatment. The objective of this research was to utilize snapper skin wastes as gelatin sources extracted using acid treatment (acetic acid 1-5%) combined with extraction period (12, 18, and 24 hours). The best gelatin product was extracted from snapper skin soaked in acetic acid 3% v/v for 18 hours. Physical and chemical analysis was conducted in order to characterize gelatin which revealed that moisture content was 10.19%, total ash 0.40%, fat 0.33%, and protein content 88,88%; gel strength 312.5 bloom; viscosity 17.4 cP; pH 5.45; gelling point 10.15°C; melting point 27.26°C; isoelectric point 8; whiteness 34.7%; meanwhile heavy metals Pb and Hg were not detected.

Key words: acetic acid, gelatin, gel strength, melting point, snapper skin, viscosity

Abstrak

Gelatin komersial yang diekstraksi dari tulang dan kulit hewan (sapi dan babi) menimbulkan kekhawatiran masyarakat akan keamanan dan kehalalan produknya. Oleh karena itu, sumber gelatin, tulang dan kulit ikan dapat menjadi alternatif. Pengolahan kulit ikan kakap (*Lutjanus sp.*) menjadi gelatin dapat dilakukan dengan penanganan asam atau basa. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan kulit kakap merah sebagai sumber gelatin yang diekstraksi menggunakan asam (asam asetat 1-5%) dengan lama ekstraksi (12, 18, dan 24 jam). Produk gelatin terbaik diperoleh dari kulit ikan kakap merah yang direndam dalam asam asetat 3% selama 18 jam. Analisis fisika dan kimia ditujukan untuk mengkarakterisasi gelatin yang meliputi kadar air 10,19%; abu 0,40%; lemak 0,33%; dan protein 88,88%; kekuatan gel 312,5 bloom; viskositas 17,4 cP; pH 5,45; titik gel 10,15°C; titik leleh 27,26°C, titik isoelektrik 8; derajat putih 34,7%. Logam berat Pb dan Hg tidak terdeteksi.

Kata kunci: asam asetat, gelatin, kekuatan gel, kulit ikan kakap merah, titik leleh, viskositas.

PENDAHULUAN

Gelatin merupakan salah satu jenis protein yang diperoleh dari kolagen alami yang terdapat dalam kulit dan tulang (Yi *et al.* 2006). Gelatin banyak digunakan untuk berbagai keperluan industri, baik industri pangan maupun non-pangan. Untuk memenuhi kebutuhan gelatin dalam negeri Indonesia masih mengandalkan impor dari

beberapa negara yaitu Cina, Jepang, Prancis, Australia dan Selandia Baru. Jumlah impor gelatin sampai 2.000-3.000 ton per tahun. Data BPS tahun 2007 menyebutkan, impor gelatin mencapai 2.715.782 kg dengan nilai sebesar 9.535.128 dolar AS. Kebutuhan impor gelatin cenderung mengalami peningkatan, sementara kebutuhan gelatin di pasar internasional tetap tinggi. Menurut data SKW Biosystem produk gelatin dunia pada tahun 2009 sebanyak 269.000 ton. Bahan baku gelatin terdiri dari kulit sapi 28,7%, kulit babi 41,4%, serta kontribusi tulang sapi sebesar 29,8%, dan

*Korespondensi: Jln. Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga. Telp. +622518622915 Fax. +622518622916, E-mail: wini_trilaks@yahoo.com

sisanya dari ikan (Wiyono 2001). Produksi gelatin dari bahan baku kulit babi 41%, kulit sapi 28,6%, tulang 30% dan porsi lainnya 0,4% (Karim 2008). Hal tersebut menimbulkan keraguan dalam kehalalannya terutama di negara yang mayoritas penduduknya beragama Islam seperti Indonesia, sedangkan penggunaan sapi sebagai bahan baku gelatin menimbulkan kekhawatiran adanya wabah penyakit sapi gila dan antraks (Gudmundsson 2002). Untuk mengatasi masalah tersebut sekaligus mengurangi ketergantungan impor gelatin maka perlu dikembangkan produk gelatin yang berasal dari bahan baku yang aman untuk dikonsumsi yaitu ikan.

Berdasarkan data Statistik Perikanan Tangkap (DKP 2005), produksi ikan kakap merah dari tahun 2001-2005 cenderung meningkat dari 67.773 ton menjadi 97.044 ton dengan kenaikan rata-rata pertahun 6,25%. Ikan kakap merah yang berukuran 400-1000 g dapat dikonversi menjadi filet sebanyak 41,5% dan limbah 58,5%. Diantara limbah tersebut terdapat kulit yang belum dimanfaatkan secara optimal yaitu sekitar 10-15%. Oleh karena itu untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah ikan kakap merah perlu dilakukan penelitian tentang gelatin yang diekstrak dari kulit ikan kakap merah dan diharapkan gelatin yang dihasilkan bermutu tinggi serta memenuhi standar gelatin komersial. Mutu gelatin yang biasa digunakan dalam produk pangan komersial (*food grade*) mengandung 8-12% air dan kurang dari 2% abu, selebihnya adalah protein (gelatin).

Berdasarkan penelitian Pelu *et al.* (1998) selama proses pembuatan gelatin pada tahap pembersihan terjadi penurunan kadar abu dari 0,20% (kulit mentah) menjadi 0,14% (kulit bersih) dan kadar lemak dari 0,5% (kulit mentah) menjadi 0,3% (kulit bersih). Hasil penelitian Nurilmala *et al.* (2006) menunjukkan bahwa ekstraksi gelatin dari tulang tuna yang menghasilkan rendemen terbesar didapatkan dari kombinasi konsentrasi HCl 6% dengan suhu ekstraksi 80°C. Kadar air gelatin tulang ikan tuna yang diperoleh adalah 6,54%, abu

1,93%, lemak 0,42%, dan protein 91,01%. Titik gel gelatin tulang ikan tuna adalah pada suhu 7,61°C, titik leleh 19,84°C, titik isoelektrik pada pH 7, derajat putih 10,7%. Hasil penelitian Trilaksani *et al.* (1998) dan Peranginangin *et al.* (2005) menyatakan bahwa perlakuan asam pada konversi kolagen menjadi gelatin jauh lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan basa. Hasil penelitian Rusli (2004) menunjukkan bahwa hasil terbaik ekstraksi gelatin kulit ikan patin diperoleh dari kombinasi perlakuan asam dengan pH 3 selama 12 jam, suhu ekstraksi 90°C menghasilkan rendemen 9,63%, viskositas 10 cP, pH 7 dan kekuatan gel 263,25 Bloom. Sifat kimia gelatin ikan patin hampir sama dengan standar laboratorium dan gelatin komersial.

Tujuan penelitian ini adalah membuat gelatin dari kulit ikan kakap merah melalui proses asam dan mengetahui karakteristik gelatin yang dihasilkan.

MATERIAL DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan adalah kulit ikan kakap merah. Bahan lainnya untuk analisis adalah aquades, asam asetat teknis 98%, Na₂CO₃, NaOH, Na₂S₂O₃, HCl, K₂SO₄, HgO, H₂SO₄, HClO₄, HNO₃, air suling, aseton dan H₃BO₃, natrium asetat serta kertas saring Whatman 41. Alat-alat yang digunakan antara lain wadah tahan asam, timbangan digital, pH meter, gelas ukur, termometer, *water bath*, oven, gelas piala, sentrifuse, botol film, pipet volumetrik, tabung reaksi, labu Erlenmeyer, tabung sokhlet, tanur, cawan, desikator, Rheoner RE 3305, Kett Digital Whitenes Powder C-100, Brookfield Syncro-Lectric Viskometer, *magnetic stirrer*, *atomic absorption spectrophotometer*, HPLC *Water Associates*, dan *kjeltec system*.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan difokuskan pada pembuatan gelatin dengan kombinasi

perlakuan proses lama perendaman dan konsentrasi asam yang berbeda. Penelitian utama merupakan pengembangan dari hasil penelitian pendahuluan dilanjutkan dengan karakterisasi fisika kimia produk gelatin yang dihasilkan

Penelitian Pendahuluan

Pembuatan gelatin dari kulit ikan kakap merah pada penelitian pendahuluan dilakukan dengan perlakuan perendaman kulit ikan dalam asam asetat 1%-5% (v/v) selama 12 dan 24 jam dan perbandingan kulit ikan dengan asam asetat adalah 1:4. Kulit ikan yang mengalami swelling kemudian dicuci secara berulang hingga mencapai pH 5-6. Pemanasan dilakukan pada suhu ekstraksi $80\pm 3^{\circ}\text{C}$ (berdasarkan hasil penelitian Nurilmala (2006) selama 3 jam dengan perbandingan kulit ikan dan aquades adalah 1:3. Filtrat yang diperoleh dari proses ekstraksi disaring menggunakan kain saring dan dikeringkan dengan oven suhu $40-50^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam. Lembaran gelatin yang dihasilkan kemudian digiling sehingga didapat gelatin kering dalam bentuk butiran-butiran halus. Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dilakukan pengamatan terhadap gelatin yang dihasilkan meliputi pH (AOAC 2005), viskositas (British Standard 757 1975), dan kekuatan gel (Gaspar 1998).

Penelitian Utama

Penelitian utama dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama adalah pembuatan gelatin dengan konsentrasi asam dan lama perendaman terpilih dari penelitian pendahuluan yaitu konsentrasi 1-3% dan lama perendaman 12, 18 dan 24 jam. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa metode yang efektif dalam pembuatan gelatin dari kulit ikan kakap merah adalah konsentrasi asam asetat 1%, 2%, dan 3% sementara lama perendaman 12 dan 24 jam memberikan nilai yang berbeda sangat nyata sehingga pada penelitian utama dikembangkan menjadi perendaman 12,

18 dan 24 jam. Karakterisasi kimia dan fisika dilakukan terhadap gelatin terpilih dari hasil kombinasi perlakuan konsentrasi dan lama perendaman terbaik selanjutnya dibandingkan dengan gelatin komersial dan gelatin ikan standar laboratorium berdasarkan hasil penelitian Fahrul (2004). Analisis fisika dan kimia gelatin terdiri dari rendemen (AOAC 2005), kekuatan gel (Gaspar 1998), viskositas (British Standard 757 1975), derajat putih (Kett Digital Whiteness Powder C-100), derajat keasaman (pH) (British Standard 757 1975), kadar air, abu, protein, dan lemak (AOAC 2005), kandungan logam berat Pb dan Hg (Hutagalung 1997), titik leleh dan titik gel (Suryaningrum dan Utomo 2002), titik isoelektrik protein (Weinwright 1977). Hasil terbaik ini juga diuji sensori (warna, penampakan, dan bau) dibandingkan dengan gelatin komersial dan standar laboratorium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Gelatin pada Penelitian Pendahuluan

Rendemen merupakan salah satu parameter yang penting dalam pembuatan gelatin. Hasil rendemen gelatin kulit ikan kakap merah secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.

Nilai rendemen gelatin hasil penelitian berkisar antara 5,32% sampai 13,33%. Konsentrasi asam asetat dan interaksi antara konsentrasi asam asetat dengan lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$). Uji lanjut menggunakan metode Duncan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$). Terlihat kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam asetat (sampai 4%), maka rendemen yang dihasilkan semakin tinggi, dan lama perendaman 12 dan 24 jam memberikan nilai yang berbeda sangat nyata sehingga pada penelitian utama dikembangkan menjadi perendaman 12, 18 dan 24 jam. Rendemen yang dihasilkan diduga karena pengaruh jumlah ion H^+ yang menghidrolisis kolagen dari rantai *triple*

heliks menjadi rantai tunggal. Kecenderungan ini mencapai batasnya apabila ion H^+ yang berlebih menghidrolisis kolagen lebih jauh sehingga terjadi perubahan sifat fisika dan kimia.

Nilai pH Gelatin

Nilai pH gelatin berhubungan dengan perlakuan asam yang digunakan dalam proses pembuatannya. Nilai pH gelatin dengan perlakuan konsentrasi asam yang berbeda disajikan pada Gambar 2.

Konsentrasi asam asetat dan interaksi antara konsentrasi asam asetat dengan lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai pH gelatin. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi asam asetat dan lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$).

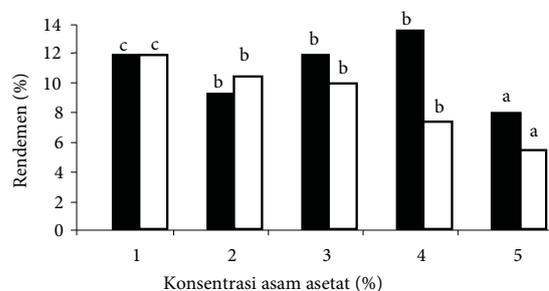
Nilai pH gelatin hasil penelitian berkisar antara 4,34 sampai 5,56. Nilai yang rendah diduga karena pencucian dengan air secara berulang setelah proses perendaman tidak dapat mengeluarkan semua asam dalam jaringan kolagen kulit ikan sehingga terdapat sisa asam asetat yang terbawa saat ekstraksi.

Viskositas Gelatin

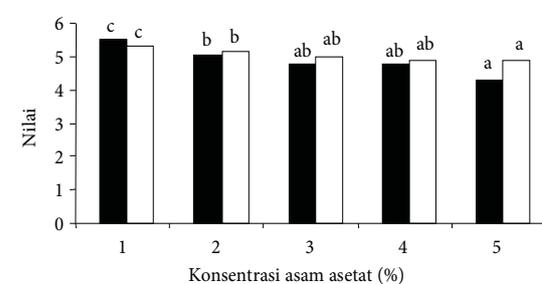
Nilai viskositas gelatin kulit ikan kakap merah hasil penelitian berkisar antara 12-18,2 centipoise (cP). Nilai viskositas gelatin kulit ikan kakap merah disajikan pada Gambar 3.

Konsentrasi asam asetat dan interaksi antara konsentrasi asam asetat dengan lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap viskositas gelatin. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi asam asetat dan lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$).

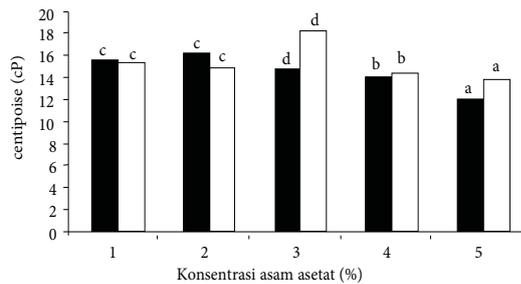
Viskositas berhubungan dengan bobot molekul (BM) rata-rata gelatin dan distribusi molekul, sedangkan bobot molekul gelatin berhubungan langsung dengan panjang rantai asam aminonya. Konsentrasi larutan asam yang berbeda berpengaruh terhadap BM gelatin yang dihasilkan (Hao *et al.* 2009), demikian pula dengan lama perendaman akan berpengaruh pada BM gelatin. Asam dapat memecah ikatan protein sampai pada ikatan sekunder sehingga rantai asam amino pada protein hasil perendaman semakin pendek sementara jumlah molekul protein yang dihasilkan semakin banyak. Hal ini akan berpengaruh kepada viskositas gelatin yang dihasilkan seperti terlihat dari histogram (Gambar 3). Viskositas tertinggi dihasilkan oleh perlakuan konsentrasi asam 3% dengan perendaman 24 jam. Semakin tinggi konsentrasi asam semakin kuat penetrasi asam dalam memecah ikatan sekunder protein sehingga terjadi hidrolisis yang menghasilkan poli/oligopeptida dengan rantai lebih pendek dan BM yang lebih kecil sehingga menghasilkan viskositas yang lebih kecil (Tabarestani 2010)



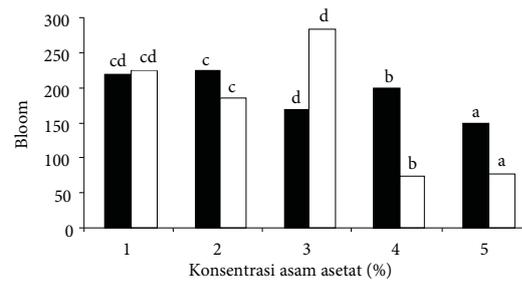
Gambar 1 Rendemen gelatin kulit ikan kakap merah dengan lama perendaman 12 (■) dan 24 jam (□). Angka-angka yang diikuti huruf berbeda (a,b,c) menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 2 Nilai pH gelatin kulit ikan kakap merah dengan lama perendaman 12 (■) dan 24 jam (□). Angka-angka yang diikuti huruf berbeda (a,b,c) menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 3 Viskositas gelatin kulit ikan kakap merah dengan lama perendaman 12 (■) dan 24 jam (□). Angka-angka yang diikuti huruf berbeda (a,b,c) menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 4 Kekuatan gel gelatin kulit ikan kakap merah dengan lama perendaman 12 (■) dan 24 jam (□). Angka-angka yang diikuti huruf berbeda (a,b,c) menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).

Kekuatan Gel Gelatin

Kekuatan gel sangat penting dalam penentuan perlakuan terbaik dalam proses ekstraksi gelatin karena salah satu sifat penting gelatin adalah mampu mengubah cairan menjadi padatan atau mengubah sol menjadi gel yang *reversible*. Hasil pengukuran kekuatan gel gelatin kulit ikan kakap merah dengan perlakuan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.

Konsentrasi asam asetat dan interaksi antara konsentrasi asam asetat dengan lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kekuatan gel gelatin. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi asam asetat dan lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$). Nilai kekuatan gel gelatin berkisar antara 75-285 Bloom. Kekuatan gel gelatin komersil berkisar 100-300, namun gelatin dengan nilai Bloom 250-260 lebih dipilih (Holzer 1996).

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam asetat dan lama perendaman mengakibatkan nilai kekuatan gel gelatin yang dihasilkan semakin tinggi sampai konsentrasi asam asetat dan lama perendaman tertentu, kemudian akan turun kembali nilai kekuatan gel tersebut. Hal ini diduga karena konsentrasi asam asetat yang semakin tinggi dan semakin lama waktu perendaman akan menyebabkan terjadinya hidrolisis lanjutan terhadap protein kolagen dan gelatin dan

dihasilkan oligopeptida dan sebagian asam amino yang tertahan tidak terlarut saat pencucian sehingga menghasilkan kekuatan gel yang rendah.

Penelitian Utama

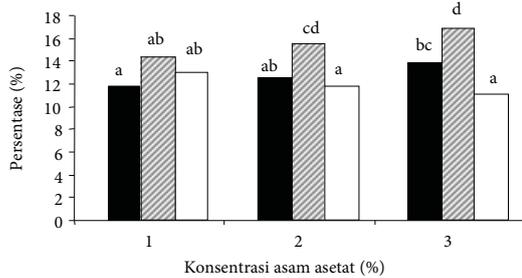
Rendemen Gelatin

Rendemen yang didapat pada penelitian ini berkisar antara 11,04-16,8%. Konsentrasi asam asetat, lama perendaman, dan interaksi keduanya memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap rendemen gelatin. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi asam asetat dan lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$).

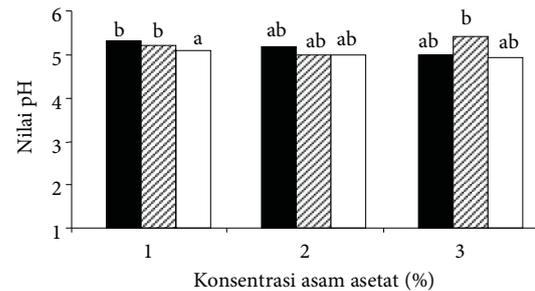
Terdapat kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam asetat dan semakin lama waktu perendaman maka rendemen yang dihasilkan akan semakin tinggi (Gambar 5). Pada lama perendaman 24 jam, rendemen turun sejalan dengan meningkatnya konsentrasi asam asetat. Hal ini diduga karena semakin lama waktu perendaman dan semakin tinggi konsentrasi asam akan menyebabkan terjadinya hidrolisis lanjutan sehingga sebagian gelatin turut terdegradasi dan menyebabkan turunnya rendemen.

Nilai pH Gelatin

Nilai pH gelatin hasil penelitian utama dapat dilihat pada Gambar 6. Konsentrasi asam asetat, lama perendaman, dan interaksi keduanya memberikan pengaruh yang nyata



Gambar 5 Rendemen gelatin kulit ikan kakap merah dengan lama perendaman 12 (■), 18 (▨), dan 24 jam (□). Angka-angka yang diikuti huruf berbeda (a,b,c) menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 6 Nilai pH gelatin kulit ikan kakap merah dengan lama perendaman 12 (■), 18 (▨), dan 24 jam (□). Angka-angka yang diikuti huruf berbeda (a,b,c) menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).

($p < 0,05$) terhadap nilai pH gelatin. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi asam asetat dan lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$). Nilai pH gelatin yang dihasilkan pada penelitian berkisar antara 4,98-5,45 sehingga masih memenuhi kriteria sebagai bahan pangan yang mempunyai nilai pH 4,5 (Peranginangin *et al.* 2005). Nilai pH larutan gelatin mempengaruhi sifat-sifat gelatin yaitu viskositas dan kekuatan gel (Astawan *et al.* 2002). Nilai pH gelatin kulit ikan kakap merah yang rendah diduga karena pencucian dengan air secara berulang setelah proses perendaman tidak dapat mengeluarkan semua asam dalam jaringan kolagen kulit ikan sehingga terdapat sisa asam asetat yang terbawa saat ekstraksi.

Viskositas Gelatin

Hasil penelitian menunjukkan bahwa viskositas gelatin berkisar antara 12,3-17,4 cP. Analisis viskositas gelatin yang dihasilkan dari berbagai perlakuan konsentrasi asam asetat dan lama perendaman dapat dilihat pada Gambar 7.

Konsentrasi asam asetat, lama perendaman, dan interaksi antara konsentrasi asam asetat dengan lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$). Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi asam asetat dan lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$). Nilai viskositas tertinggi

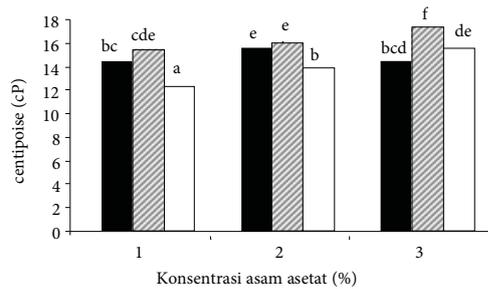
didapat pada interaksi perlakuan perendaman asam asetat 3% dengan lama perendaman 18 jam yaitu 17,4 cP. Hal ini diduga karena terjadi penguraian kolagen yang cukup baik/optimal sehingga rantai asam amino yang terbentuk cukup panjang dengan BM yang tinggi dan viskositasnya menjadi tinggi (Hao 2009).

Viskositas gelatin dipengaruhi oleh pH gelatin, temperatur, konsentrasi gelatin dan penambahan elektrolit lain dalam larutan gelatin. Semakin rendah temperatur larutan gelatin (maksimum 40°C) dan semakin tinggi konsentrasi gelatin maka viskositasnya akan semakin tinggi ($p < 0,05$). Nilai viskositas gelatin ini akan berpengaruh pada produk akhir dari suatu produk (Karim 2009).

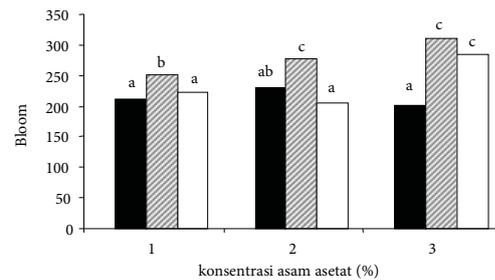
Kekuatan Gel Gelatin

Konsentrasi asam asetat, lama perendaman, dan interaksi antara konsentrasi asam asetat dengan lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kekuatan gel gelatin. Berdasarkan uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa interaksi antara konsentrasi asam asetat dan lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$). Kekuatan gel gelatin kulit ikan kakap merah dalam penelitian ini 202,5-312,5 Bloom. Hasil pengukuran kekuatan gel gelatin pada perlakuan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 8.

Berdasarkan kriteria standar gelatin komersial, maka gelatin terbaik diperoleh



Gambar 7 Viskositas gelatin kulit ikan kakap merah dengan lama perendaman 12 (■), 18 (▨), dan 24 jam (□). Angka-angka yang diikuti huruf berbeda (a,b,c) menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 8 Kekuatan gel gelatin kulit ikan kakap merah dengan lama perendaman 12 (■), 18 (▨), dan 24 jam (□). Angka-angka yang diikuti huruf berbeda (a,b,c) menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).

dari perlakuan perendaman kulit ikan kakap merah dalam larutan asam asetat 3% dan lama perendaman 18 jam. Kombinasi perlakuan ini menghasilkan nilai pH, viskositas, kekuatan gel serta rendemen yang tinggi sehingga kombinasi perlakuan ini cukup efektif dalam menghasilkan gelatin.

Komposisi Kimia Gelatin

Analisis proksimat gelatin kulit ikan kakap merah hasil perlakuan terbaik (3%, 18 jam), dibandingkan dengan gelatin komersial dan gelatin standar laboratorium hasil pengujian Nurilmala (2004) dapat dilihat pada Tabel 1.

Kadar air

Pengujian kadar air terhadap gelatin dimaksudkan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam gelatin. Kadar air gelatin akan berpengaruh terhadap daya simpan, karena erat kaitannya dengan aktivitas metabolisme yang terjadi selama gelatin tersebut disimpan. Hasil pengukuran kadar air gelatin (Tabel 1) menunjukkan bahwa kadar air gelatin kulit ikan kakap merah adalah 10,19%. Kadar air tersebut lebih rendah dibandingkan dengan kadar air gelatin komersial (12,21%) dan gelatin standar laboratorium (11,45%) berdasarkan hasil pengujian Nurilmala (2004).

Kadar air gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) masih memenuhi standar yang disyaratkan SNI (BSN 1995) yaitu maksimum

16% dan standar FAO JECFA (2003) yaitu maksimum 18%. Kadar air gelatin dapat mencapai 16%, tetapi pada umumnya adalah sekitar 10-13%. Kadar air yang rendah akan mempengaruhi mutu gelatin terutama pada *off flavor* gelatin dan kecerahan warna.

Kadar abu

Kadar abu gelatin kulit ikan kakap merah adalah 0,4%, lebih rendah dibandingkan dengan gelatin komersial yaitu 1,66% dan gelatin standar laboratorium 0,52% (Tabel 1). Kadar abu ditentukan oleh proses pencucian atau demineralisasi, semakin banyak mineral yang luruh maka nilai kadar abu semakin rendah. Rendahnya kadar abu gelatin kulit ikan kakap merah diduga karena banyaknya jumlah mineral yang ikut larut dalam proses pencucian.

Nilai abu yang dihasilkan berada dalam kisaran nilai yang ditentukan oleh Turtellote (1980) yaitu 0,3-2 untuk gelatin dengan proses asam dan 0,05-2 untuk gelatin dengan proses basa. Nilai tersebut juga memenuhi syarat SNI (1995) yaitu maksimum 3,25% dan termasuk dalam kisaran standar kadar abu gelatin yang ditentukan *Food Chemical Codex* (1996) yaitu tidak lebih dari 3%.

Kadar lemak

Penentuan kadar lemak cukup penting karena lemak berpengaruh terhadap perubahan mutu gelatin selama penyimpanan. Kerusakan

Tabel 1 Proksimat gelatin hasil perlakuan terbaik (3%, 18 jam) dibandingkan dengan gelatin komersial dan gelatin standar laboratorium hasil pengujian Nurilmala (2004)

Parameter	Gelatin Kulit Ikan Kakap Merah	Gelatin Komersial ⁾	Gelatin Standar Laboratorium ⁾
Kadar air	10,19	12,21	11,45
Kadar abu	0,4	1,66	0,52
Kadar Lemak	0,33	0,23	0,25
Kadar Protein	88,88	85,99	87,26

⁾Nurilmala (2004)

lemak yang utama diakibatkan oleh proses oksidasi sehingga timbul bau dan rasa tengik yang disebut dengan proses ketengikan (Laohabanjong 2009). Kadar lemak gelatin kulit ikan kakap merah (0,33%) lebih tinggi jika dibandingkan dengan gelatin komersial 0,23% dan gelatin standar laboratorium yang kadar lemaknya 0,25%, tetapi masih cukup baik karena tidak melebihi batas 5% yang merupakan salah satu persyaratan mutu gelatin (Jobling dan Jobling 1983 *dalam* Pelu *et al.* 1998).

Kadar lemak pada gelatin sangat tergantung pada perlakuan selama proses pembuatan gelatin, mulai dari tahap pembersihan kulit hingga tahap penyaringan filtrat hasil ekstraksi. Perlakuan yang baik pada tiap tahap proses pembuatan gelatin akan mengurangi kandungan lemak yang ada dalam bahan baku.

Kadar protein

Protein gelatin kulit ikan kakap merah (88,88%) lebih tinggi dari protein gelatin komersial (85,99%) dan gelatin standar laboratorium yaitu (87,26%). Kadar protein gelatin dipengaruhi oleh proses perendaman kulit dan proses ekstraksi. 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 banyak. Tingginya kadar protein yang terkandung dalam gelatin kulit ikan kakap merah mengindikasikan bahwa gelatin tersebut memiliki mutu yang baik. Menurut Keenan *dalam* Rusli (2004) bahwa berdasarkan berat keringnya, gelatin terdiri dari 98-99% protein.

Sifat Fisika dan Kimia Gelatin

Sifat fungsional gelatin ditentukan oleh sifat fisika kimia yang sangat mempengaruhi kinerja gelatin dalam sistem makanan. Hasil analisis sifat fisika kimia gelatin kulit ikan kakap merah hasil perlakuan terbaik (3%, 18 jam) dibandingkan dengan sifat fisika kimia gelatin komersial dan gelatin standar laboratorium berdasarkan hasil pengujian Nurilmala (2004) dapat dilihat pada Tabel 2.

Kekuatan gel gelatin

Hasil pengukuran kekuatan gel (Tabel 2) menunjukkan bahwa kekuatan gel gelatin kulit ikan kakap merah adalah 312,5 Bloom, nilai tersebut sedikit lebih rendah dari gelatin komersial yaitu 328,57 Bloom hasil pengujian Nurilmala (2004) akan tetapi masih dalam kisaran sebagai gelatin komersial yang secara umum mempunyai kekuatan gel antara 50 – 300 Bloom. Gelatin standar laboratorium tidak membentuk gel setelah disimpan pada suhu 10°C selama 17±2 jam sehingga tidak diperoleh nilai kekuatan gel dari gelatin tersebut. Gelatin standar laboratorium tidak membentuk gel, hal ini dikarenakan fungsi dari gelatin ini bukan sebagai bahan pembentuk gel (*gelling agent*) tetapi hanya sebagai bahan pemblok (*blocking agent*) sehingga kekuatan gel tidak begitu penting untuk produk tersebut (Rusli 2004).

Viskositas gelatin

Viskositas merupakan sifat fisik gelatin yang penting setelah kekuatan gel, karena viskositas mempengaruhi sifat fisik lainnya

Tabel 2 Sifat fisika kimia gelatin hasil perlakuan terbaik (3%, 18 jam) dibandingkan dengan gelatin komersial dan dan gelatin standar laboratorium hasil pengujian Nurilmala (2004)

Parameter	Gelatin Kulit Ikan Kakap Merah (3%, 18 jam)	Gelatin Komersial ¹⁾	Gelatin Standar Laboratorium ¹⁾
Kekuatan gel (Bloom)	312,5	328,57	-
Viskositas (cP)	17,4	7,00	6,00
pH	5,45	5,00	5,90
Titik gel (°C)	10,15	19,50	1,30
Titik leleh (°C)	27,26	29,60	16,30
Titik isoelektrik	8,00	7,00	8,00
Derajat putih (%)	34,7	-	-
Logam berat (Pb)	Tidak terdeteksi	-	-
Logam berat (Hg)	Tidak terdeteksi	-	-

¹⁾Nurilmala (2004)

seperti titik leleh, titik gel, dan stabilitas emulsi (Gudmundsson 2002). Viskositas gelatin kulit ikan kakap merah jauh lebih tinggi dibanding gelatin komersial dan gelatin standar laboratorium hasil pengujian Nurilmala (2004). Hal ini menunjukkan bahwa kekentalan gelatin dari kulit ikan kakap merah lebih tinggi dari kedua gelatin pembanding. Oleh karena itu gelatin kulit ikan kakap merah cocok digunakan pada industri farmasi dan pembentukan film yang memerlukan viskositas yang tinggi (Fahrul 2005). Tingginya nilai viskositas ini diakibatkan oleh konversi kolagen menjadi gelatin terjadi secara optimal sehingga rantai amino/oligopeptida yang terbentuk cukup panjang dan viskositasnya menjadi tinggi (Hao 2009). Viskositas gelatin dipengaruhi oleh bobot molekul dengan nilai viskositas gelatin terendah berkisar antara 6-8 cP (Jamilah dan Hardvinder 2002). Nilai viskositas gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) adalah 17,4 cP, nilai tersebut memenuhi gelatin standar pangan yaitu lebih dari 2,5 cP.

Nilai pH gelatin

Pengukuran nilai pH larutan gelatin penting dilakukan karena nilai pH gelatin mempengaruhi sifat-sifat gelatin lainnya seperti viskositas dan kekuatan gel (Astawan 2002). Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 2), diketahui bahwa nilai pH gelatin kulit ikan

kakap merah adalah 5,45. Nilai ini lebih tinggi dari gelatin komersial yaitu 5,00 dan lebih rendah dari gelatin standar laboratorium yaitu 5,90 (Nurilmala 2004). Perbedaan pH pada gelatin disebabkan karena perbedaan jenis dan kekuatan asam yang digunakan pada proses pembuatan gelatin.

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.

Titik gel dan titik leleh gelatin

Titik gel adalah suhu ketika larutan gelatin dalam konsentrasi tertentu mulai membentuk gel, sedangkan titik leleh adalah suhu ketika gelatin yang membentuk gel mencair saat dipanaskan perlahan-lahan (Karim dan Bhat *et al.* 2009). Titik gel dan titik leleh gelatin kulit ikan kakap merah adalah 10,15°C dan 27,26°C. Suhu tersebut lebih rendah dari titik gel dan titik leleh gelatin komersial yaitu 19,50°C dan 29,60°C, tetapi lebih tinggi dari titik gel dan titik leleh gelatin standar laboratorium yaitu 1,30°C dan 16,30°C. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa suhu titik gel berbanding lurus dengan suhu titik leleh, jika titik gelnya rendah maka titik lelehnya juga rendah, demikian pula sebaliknya.

Gelatin yang diperoleh dari sapi dan babi memiliki titik gel dan titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan gelatin yang diperoleh dari ikan (Karim 2009). Menurut Choi dan Regenstein (2000), gelatin ikan selalu mempunyai titik leleh yang lebih rendah daripada gelatin yang terbuat dari babi/sapi. Rendahnya titik gel dan titik leleh gelatin kulit ikan kakap merah dan gelatin standar laboratorium diakibatkan oleh rendahnya kandungan asam amino glisin dan hidrosiprolin di dalam gelatin, yang mengakibatkan hilangnya ikatan hidrogen dari gelatin terhadap air dalam larutan (Utama 1997). Titik gel dan titik leleh gelatin dipengaruhi oleh konsentrasi gelatin dalam larutan, pH, dan besarnya BM gelatin (Choi dan Regenstein 2000).

Titik gel gelatin kulit ikan kakap merah 10,15°C sedikit diatas nilai titik gel menurut *Food Chemical Codex* (1996) yang menyatakan bahwa gelatin yang diekstrak dari ikan memiliki titik gel pada kisaran 5-10°C. Berbeda dengan gelatin standar laboratorium yang juga bahan bakunya ikan, titik gelnya jauh dibawah kisaran titik gelatin ikan secara umum. Gelatin standar laboratorium tidak membentuk gel karena suhu inkubasinya hanya berkisar $\pm 10^{\circ}\text{C}$. Titik leleh gelatin kulit ikan kakap merah yang sebesar 27,26°C, masih termasuk dalam kisaran standar suhu titik leleh gelatin secara umum. Gelatin adalah produk yang pada suhu $<35^{\circ}\text{C}$ sudah mengalami pelelehan dan dapat mencair dalam mulut (*Food Chemical Codex* 1996).

Titik isoelektrik gelatin

Titik isoelektrik protein (pI) adalah pH ketika protein memiliki jumlah muatan ion positif dan negatif yang sama. Pada titik isoelektriknya, kelarutan protein rendah sehingga terjadi penggumpalan atau pengendapan protein. Dengan demikian titik isoelektrik penting diketahui karena akan berpengaruh terhadap penggunaannya dalam berbagai produk terutama kaitannya dengan tingkat kelarutan gelatin.

Hasil pengujian titik isoelektrik (Tabel 2) menunjukkan bahwa gelatin kulit ikan kakap merah mempunyai nilai yang sama dengan nilai titik isoelektrik gelatin standar laboratorium yaitu 8 dan lebih tinggi dari titik isoelektrik gelatin komersial yang mempunyai nilai 7. Titik isoelektrik yang lebih tinggi daripada titik isoelektrik gelatin komersial karena proses pembuatannya menggunakan metode asam, sedangkan gelatin komersial yang berasal dari tulang sapi/babi diduga menggunakan metode basa (Karim dan Bhat 2009). Titik isoelektrik protein dapat bervariasi tergantung jumlah gugus karboksil amida pada gelatin. Apabila titik isoelektrik tinggi (9,4), maka tidak ada modifikasi terhadap gugus amida dan apabila titik isoelektrik (4,8), maka 90-95% protein dari gelatin merupakan gugus karboksil. Titik isoelektrik gelatin berkisar antara 4,8-9,4, dengan gelatin yang dihasilkan pada proses asam mempunyai titik isoelektrik yang lebih tinggi dibandingkan dengan gelatin yang dihasilkan pada proses basa (Raja Mohd Hafidz 2011).

Titik isoelektrik gelatin erat kaitannya dengan viskositas. Viskositas gelatin terendah diperoleh pada pH titik isoelektrik gelatin tersebut (Jamilah dan Harvinder 2002). Oleh karena itu untuk mendapatkan viskositas gelatin yang tinggi maka larutan yang digunakan untuk melarutkan gelatin tersebut hendaknya lebih tinggi atau lebih rendah dari pH titik isoelektriknya.

Derajat putih gelatin

Derajat putih merupakan gambaran secara umum dari warna gelatin. Pada umumnya derajat putih gelatin diharapkan mendekati 100%, karena gelatin yang bermutu tinggi biasanya tidak berwarna, sehingga aplikasinya lebih luas. Derajat putih gelatin akan berpengaruh pada aplikasi suatu produk.

Derajat putih gelatin kulit ikan kakap merah adalah 34,7%, masih rendah jika dibandingkan dengan standar mutu gelatin yang disyaratkan SNI 1995 yaitu tidak berwarna. Rendahnya nilai derajat putih pada gelatin kulit ikan kakap merah diduga karena

selama pemanasan pada saat ekstraksi terjadi proses pencoklatan non-enzimatis atau reaksi maillard antara gugus amino pada asam amino dan hasil oksidasi lemak yang masih cukup tinggi yang menyebabkan terjadinya pigmen coklat atau melanoidin. Teknik pengeringan juga berpengaruh terhadap nilai derajat putih. Hasil penelitian Sopian (2002) menunjukkan bahwa derajat putih gelatin kulit ikan pari dengan perlakuan pengering oven lebih rendah (49%-53%) dibandingkan pada perlakuan pengering *freeze dryer* (53%-67%).

Logam berat Pb dan Hg gelatin

Hasil analisis logam berat gelatin menunjukkan bahwa di dalam gelatin kulit kakap merah tidak terdeteksi adanya kandungan logam berat timbal (Pb) dan merkuri (Hg). Hasil ini memenuhi standar mutu gelatin yang ditetapkan SNI (1995) dan FAO JECFA (2003) yaitu maksimum 50 mg/kg. Hasil yang didapat dari analisis pengujian logam berat timbal (Pb) dan merkuri (Hg) menunjukkan bahwa gelatin yang diproduksi dari kulit ikan kakap merah dapat digunakan dalam produk konsumsi yaitu produk pangan dan produk farmasi.

KESIMPULAN

Kulit ikan kakap merah dapat dijadikan gelatin karena didalamnya terdapat protein kolagen. Kombinasi perlakuan yang menghasilkan gelatin terbaik adalah konsentrasi asam asetat 3% dan lama prendaman 18 jam. Perlakuan ini dipilih karena mempunyai nilai rendemen, pH, viskositas, kekuatan gel yang lebih besar dari perlakuan yang lain. Hasil analisis sifat fisika dan kimia gelatin kulit ikan kakap merah memiliki hasil yang berbeda nyata dengan gelatin komersial dan gelatin standar laboratorium, bahkan beberapa parameter cenderung lebih baik seperti kadar protein, kekuatan gel, dan viskositas.

DAFTAR PUSTAKA

[AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Methods Analysis*

the Association of Official Analytical Chemist 16th edition. AOAC. Virginia: Inc. Arlington.

Astawan M, Hariyadi P, Mulyani A. 2002. Analisis sifat rheologi gelatin dari kulit ikan cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 13(1): 38-46.

[BPS] Badan Pusat Statistik 2007. *Statistik Perdagangan Indonesia*. Jakarta.

[BSI] British Standards Institution. 1975. *Methods for sampling and testing gelatin (physical and chemical methods)*. London: BSI.

[BSN]. Badan Standarisasi Nasional. 1995. *Standar Nasional Indonesia. 063735.1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin*. Jakarta.

Choi SS, Regenstein JM. 2000. Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. *Journal of Food Science* 65 (2): 94-199.

[DKP]. Departemen Kelautan dan Perikanan. 2005. *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia*. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan.

Fahrul. 2005. Kajian ekstraksi gelatin dari kulit ikan tuna (*Thunnus alalunga*) dan karakteristiknya sebagai bahan baku industri farmasi. [Tesis]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.

Food Chemicals Codex. 1996. *Food and Nutrition Board, National Academy of Sciences 4th ed*. Washington DC: National Academy Press.

Gudmundsson M. 2002. Rheological properties of fish gelatin. *Journal of Food Science* 67(6): 2172-2176.

Hao S, Li L, Yang X, Cen J, Shi H, Bo Q, He J. 2009. The characteristics of gelatin extracted from sturgeon (*Acipenser baeri*) skin using various pretreatments. *Food Chemistry* 115: 124-128.

Holzer, D. 1996. Gelatin production. US patent 5,484,888.

Hutagalung HP. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota*. Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseonografi. Jakarta: LIPI.

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: Rome.
- Johns P. 1977. The Structure of Competition of Collagen Containing Tissue. Di dalam Ward AG dan Courts A, editor. 1977. *The Science and Technology of Gelatin*. New York: Academic Press.
- Karim AA, Bhat R. 2009. Gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challenges and prospects. *Trends in Food Science & Technology* 19: 644-656.
- Karim AA, Bhat R. 2009. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids* 23: 563-576.
- Laohabanjong R, Tantikitti C, Benjakul S, Supamattaya K, Boonyaratpalin M. 2009. Lipid oxidation in fish meal stored under different conditions on growth, feed efficiency and hepatopancreatic cells of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture* 286: 283-289.
- Nurilmala M. 2004. Kajian potensi limbah tulang ikan keras (Teleostei) sebagai sumber gelatin dan analisis karakteristiknya. [Tesis]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Nurilmala M, Wahyuni M, Wiratmaja H. 2006. Perbaikan nilai tambah limbah tulang ikan tuna (*Thunnus* sp) menjadi gelatin serta analisis fisika-kimia. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* IX(2): 22-33.
- Pelu H, Herawati S, Chasanah E. 1998. Ekstraksi gelatin dari kulit ikan tuna melalui proses asam. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* IV(2): 6-74.
- Peranginangin R, Mulyasari, Sari A, Tazwir. 2005. Karakterisasi mutu gelatin yang diproduksi dari tulang ikan patin (*Pangasius hypothalamus*) secara ekstrak asam. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 11(4): 15-24.
- Raja Mohd Hafidz RN, Yaakob CM, Amin I, Noorfaizan A. 2011. Chemical and functional properties of bovine and porcine skin gelatin. *International Food Research Journal* 18: 813-817.
- Rusli A. 2004. Kajian proses ekstraksi gelatin dari kulit ikan patin segar. [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Sopian I. 2002. Analisis sifat fisika, kimia, dan fungsional gelatin yang diekstrak dari kulit dan tulang ikan pari. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Suryaningrum TD, Utomo BSD. 2002. Petunjuk Analisa Rumput Laut dan Hasil Olahannya. Jakarta: Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Perikanan dan Kelautan.
- Tabarestani HS, Maghsoudlou Y, Motamedzadegan A, Mahoonak ARS. 2010. Optimization of physico-chemical properties of gelatin extracted from fish skin of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Bioresource Technology* 101: 6207-6214.
- Trilaksani W, Nurjanah, Yuliharman. 1998. Pengaruh suhu dan waktu perebusan kulit ikan cucut lanyam pada pembuatan gelatin. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* IV(2): 27-35
- Utama H. 1997. Gelatin yang bikin heboh. *Jurnal Halal LPPOM-MUI* 18: 10-12.
- Wiyono VS. 2001. Gelatin Halal Gelatin Haram. *Jurnal Halal LPPOM-MUI* 36: 26-27.
- 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.