

PENGARUH PERENDAMAN TULANG IKAN TUNA (*Thunnus albacares*) DALAM LARUTAN NaOH TERHADAP KUALITAS GELATIN HASIL OLAHANNYA

Tazwir¹⁾, Musfiq Amiruldin²⁾, dan Rinta Kusumawati³⁾

ABSTRAK

Gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*) dengan kualitas baik seringkali sulit diperoleh, karena kebanyakan produk ini mengandung lemak dan protein non kolagen yang cukup tinggi. Dalam memproduksi gelatin tulang tuna, lemak, dan protein non kolagen tersebut harus direduksi hingga batas minimum. Dalam penelitian ini dipelajari pengaruh perendaman tulang ikan tuna dalam larutan NaOH sebelum ekstraksi terhadap kualitas gelatin yang dihasilkan. Tahapan yang dilakukan adalah *degreasing*, pencucian, perendaman dalam NaOH dengan variasi konsentrasi 0; 0,4; dan 0,8%, kemudian perendaman dalam HCl, ekstraksi, filtrasi, evaporasi, dan pengeringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik gelatin yang terbaik diperoleh dari perendaman tulang dalam NaOH 0,4%, yaitu dengan nilai rendemen 8,37%; viskositas 3,27–3,37 cPs; pH 5,03; dan kekuatan gel 157,8 g Bloom.

ABSTRACT: *Effect of tuna (*Thunnus albacares*) bone soaking in sodium hydroxide on the quality of gelatin produced. By: Tazwir, Musfiq Amiruldin and Rinta Kusumawati*

*High quality tuna (*Thunnus albacares*) bone gelatin is hardly achieved due to high content of lipid and non collagen protein. Therefore, in producing gelatin, lipid and non protein collagen should be minimized. Research had been conducted to determine the effect of tuna bone soaking in various concentration of NaOH (0, 0.4 and 0.8%) on the quality of gelatin produced. Step of processing was degreasing, washing, soaking in NaOH with concentration of 0, 0.4 and 0.8%, then soaking in HCl, extraction, filtration, evaporation and drying. Result of the experiment revealed that the best concentration of NaOH was 0.4% with the gelatin characteristics of 8.37% yield, 3.27–3.37 cPs viscosity, pH 5.03 and 157.8 g Bloom gel strength.*

KEYWORDS: *tuna (*Thunnus albacares*) bone, gelatin, NaOH*

PENDAHULUAN

Ikan tuna merupakan komoditas perikanan andalan Indonesia. Tercatat hingga tahun 2004, 26% dari total impor tuna oleh Jepang dipenuhi oleh Indonesia (Anon., 2009), bahkan 17% di antaranya adalah produk segar bermutu tinggi (sashimi) (Anon., 2008a). Ekspor tuna Indonesia ke Jepang masih didominasi jenis produk tuna kaleng sebesar 40%, produk tuna beku sebesar 36,2%, dan produk segar bermutu tinggi untuk sashimi sebesar 23,7% (Anon., 2009). Industri tuna di dunia pun berkembang pesat seiring dengan munculnya *trend* baru "*tuna ranching*" (Putro, 2008; Anon., 2008a; dan Anon., 2008b). Permintaan tuna baik dalam bentuk gelondongan maupun olahan, secara tidak langsung menggambarkan peningkatan limbah produksi. Limbah tersebut dapat berupa tulang, kulit, sirip, duri, bagian isi perut, dan kepala. Beberapa bagian, seperti tulang ikan, memiliki nilai ekonomis tinggi, baik sebagai sumber kolagen, kalsium, fosfat,

dan bahan nitrogen (Zaitsev *et al.*, 1969 dalam Nurilmala, 2004).

Tulang ikan memiliki proporsi 11,7% dari keseluruhan berat ikan (Nurilmala, 2004). Pemanfaatannya masih terbatas pada produksi tepung untuk pakan ikan dan minyak ikan, fungsi lain sebagai sumber kolagen belum dimanfaatkan. Kolagen dapat dikonversi menjadi gelatin dengan metode ekstraksi yang cukup sederhana dan hemat biaya.

Gelatin dimanfaatkan dalam produk pangan sebagai zat pengental, penggumpal, pengemulsi, penstabil, pembentuk busa, pengikat air, pelapis tipis, dan pemer kaya gizi. Selain itu juga dimanfaatkan untuk jenis produk daging olahan, susu olahan, *bakery*, minuman, buah-buahan, permen, dan produk sejenisnya (Cole, 2000). Tingkat kebutuhan gelatin untuk industri di Indonesia cukup tinggi, pemenuhannya masih mengandalkan produk impor, sementara kehalalan gelatin impor masih dipertanyakan.

¹⁾ Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, DKP

²⁾ Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Metode produksi gelatin dari tulang ikan bisa diterapkan terhadap tulang ikan tuna, namun produk gelatin yang diperoleh memiliki warna kecoklatan atau kehitaman (Anon., 2006), hal ini disebabkan karena tulang ikan tuna mengandung kadar lemak yang tinggi. Kadar lemak pada ekstraksi gelatin diminimalkan dalam proses *degreasing*, biasanya dengan cara perebusan *ossein*. Natrium hidroksida (NaOH) diketahui mampu melarutkan lemak, sehingga pemakaiannya dalam proses *degreasing* akan dipelajari dengan mengamati warna produk dan pengaruhnya terhadap karakteristik gelatin yang dihasilkan. Diharapkan perendaman tulang ikan tuna dalam NaOH sebelum pembentukan *ossein* pada proses *degreasing* akan mampu mengurangi kadar lemak lebih optimal, sehingga dihasilkan produk gelatin dengan karakter yang setara dengan produk gelatin komersial.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gelatin dari limbah tuna yang memiliki karakteristik yang setara dengan gelatin komersial.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku dalam penelitian ini adalah tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*) yang diperoleh dari limbah industri pengolahan filet ikan tuna di Muara Baru, Jakarta. Bahan lain yang digunakan adalah air, NaOH (teknis), HCl (teknis), dan gelatin komersial.

Metode

Penentuan variasi konsentrasi NaOH

Metode penelitian mengacu pada metode yang digunakan oleh Suryanti *et al.* (2006) yang dimodifikasi terutama pada proses *degreasing*, yaitu dengan perlakuan perendaman potongan tulang ikan tuna dalam larutan NaOH sebelum pembentukan *ossein*. Pada percobaan pendahuluan diperoleh hasil bahwa warna tulang tuna menjadi lebih putih dan ekstrak lemak dari tulang lebih banyak setelah direndam selama 3 hari. Konsentrasi NaOH sebagai larutan perendaman yang akan digunakan adalah 0; 0,4; dan 0,8%, karena dari penelitian pendahuluan diketahui bahwa secara visual konsentrasi 1,0 dan 1,2% tidak memberikan perbedaan yang berarti.

Preparasi tulang ikan tuna

Preparasi bahan baku meliputi perebusan pada suhu 70°C selama 25–30 menit, pembersihan tulang dari sisa-sisa daging dan urat yang menempel,

kemudian pemotongan tulang hingga berukuran 1,5–2 cm.

Ekstraksi gelatin tulang ikan tuna

Potongan tulang direndam selama 3 hari dalam larutan NaOH dengan variasi konsentrasi 0; 0,4; dan 0,8%, setelah itu dilakukan pencucian hingga netral. Tulang direndam dalam HCl 5% hingga terbentuk *ossein* dan dicuci hingga netral. Ekstraksi *ossein* dilakukan dalam akuades dengan perbandingan 1:3 pada suhu 60–65°C selama 6 jam. Filtrat disaring dengan menggunakan saringan berukuran 250 mesh, dilewatkan dalam kolom penukar ion untuk pemurnian, kemudian dituangkan ke dalam loyang aluminium yang diberi alas plastik tahan panas *High Density Polyethylene (HDPE)* dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50–55°C selama 2 hari. Lembaran gelatin yang diperoleh dihaluskan dengan penggilingan menjadi tepung gelatin.

Rancangan Percobaan

Penelitian pembuatan gelatin dari tulang ikan tuna menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis keragamannya, jika berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan (Steel & Torrie, 1993). Pengamatan yang dilakukan meliputi rendemen, derajat keasaman (pH), viskositas dan kekuatan gel.

Pengamatan

Rendemen (AOAC, 1995)

Rendemen diperoleh dari perbandingan bobot kering tepung gelatin yang dihasilkan dengan bobot bahan mentah segar. Besar rendemen dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Bobot tepung gelatin kering}}{\text{Bobot bahan mentah segar}} \times 100\%$$

Viskositas (*British Standard 757 dalam Hadi, 2005*)

Larutan gelatin konsentrasi 6,67% (b/b) disiapkan dengan melarutkan gelatin dalam akuades. Viskositas diukur dengan menggunakan alat *Brookfield Synchro-Lectric Viscometer*. Pengukuran dilakukan pada suhu 60°C dengan kecepatan 60 rpm. Nilai viskositas dinyatakan dalam satuan *centipoise* (cPs).

Kekuatan gel (*TA-Xt Plus Texture Analyzer dalam Hadi, 2005*)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/b) disiapkan dengan melarutkannya dalam akuades.

Larutan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* sampai homogen, kemudian dipanaskan sampai suhu 60°C selama 15 menit. Larutan dituang dalam *Standard Bloom Jars* (botol dengan diameter 58–60 mm, tinggi 85 mm), ditutup dan didiamkan selama 2 menit. Dilanjutkan dengan inkubasi pada suhu 10°C selama 17 ± 2 jam dan kekuatan gel diukur menggunakan alat *TA-XT Plus Texture Analyzer* pada kecepatan *probe* 0,05 mm/s dengan kedalaman 4 mm. Kekuatan gel dinyatakan dalam satuan g Bloom.

Derajat keasaman (pH) (*British Standard 757 dalam Hadi, 2005*)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/b) dalam akuades disiapkan. Larutan sampel dipanaskan pada suhu 70°C dan dihomogenkan dengan *magnetic stirrer*, kemudian diukur derajat keasamannya pada suhu kamar dengan pH meter.

HASIL DAN BAHASAN

Kualitas gelatin dari tulang ikan akan lebih tinggi jika menggunakan bahan baku segar. Hal ini disebabkan karena bahan baku segar belum banyak mengalami dekomposisi oleh bakteri, hidrolisis lemak menjadi asam lemak bebas, dan belum banyak terkena pengotor lain yang berpotensi mempercepat pembusukan (Hinterwaldner, 1977a).

Gelatin merupakan bentuk linier dari 18 asam amino yang saling terikat dan dihubungkan dengan ikatan peptida (Eastoe & Leach, 1977), sehingga produksinya membutuhkan bahan baku yang mengandung kadar protein yang tinggi. Hasil analisis proksimat terhadap tulang ikan tuna dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar protein tulang ikan tuna cukup tinggi, yaitu mencapai 23,04%, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan baku produksi gelatin.

Secara fisik warna gelatin yang mendekati warna gelatin komersial adalah produk yang dihasilkan dari perlakuan perendaman tulang tuna dalam NaOH 0,4% (Gambar 1). Kadar lemak gelatin tulang tuna setelah perendaman dalam NaOH 0,4% adalah sebesar 1,02%, jauh lebih rendah dibandingkan dengan kadar lemak awal. Namun demikian kadar lemak pada gelatin dengan perendaman dalam NaOH 0% dan 0,8% tidak diketahui karena kesalahan analisis.

Rendemen Gelatin

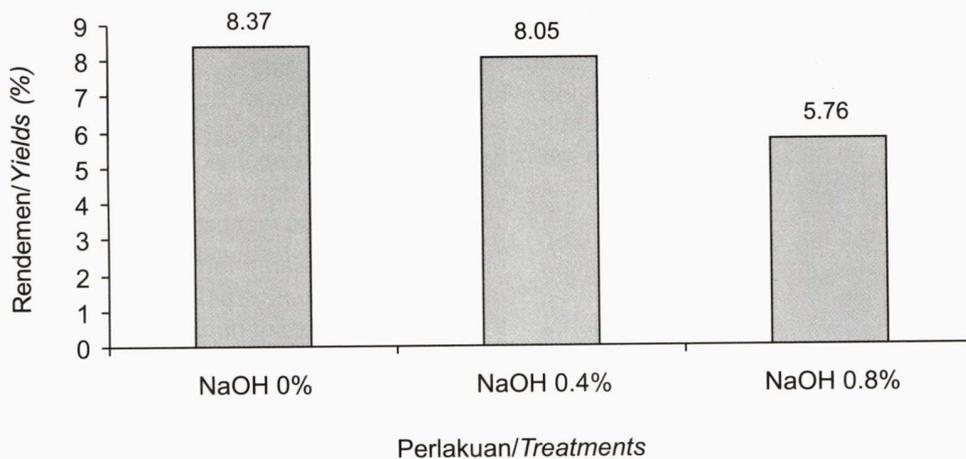
Efisien dan efektifnya proses ekstraksi bahan baku untuk pembuatan gelatin dapat dilihat dari nilai rendemen yang dihasilkan. Semakin besar rendemen yang dihasilkan maka semakin efisien perlakuan yang diberikan. Rendemen dihitung berdasarkan perbandingan antara gelatin serbuk yang dihasilkan dengan bobot tulang ikan tuna sebagai bahan baku.

Tabel 1. Komposisi proksimat tulang tuna (*Thunnus albacares*)
 Table 1. Proximate composition of tuna (*Thunnus albacares*) bone

Parameter/Parameters	Komposisi/Composition
Kadar air/Moisture content (%)	28.57
Kadar abu/Ash content (%)	28.97
Kadar protein/Protein content (%)	23.04
Kadar lemak/Fat content (%)	15.49



Gambar 1. Gelatin tulang tuna (*Thunnus albacares*) dan gelatin komersial.
 Figure 1. Tuna (*Thunnus albacares*) bone gelatin and commercial gelatin.



Gambar 2. Rendemen gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*) dengan perlakuan perendaman pada berbagai konsentrasi NaOH.

Figure 2. Yields of tuna (*Thunnus albacares*) bone gelatin with various concentration of NaOH soaking treatments.

Hasil rendemen gelatin tulang ikan tuna dengan berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.

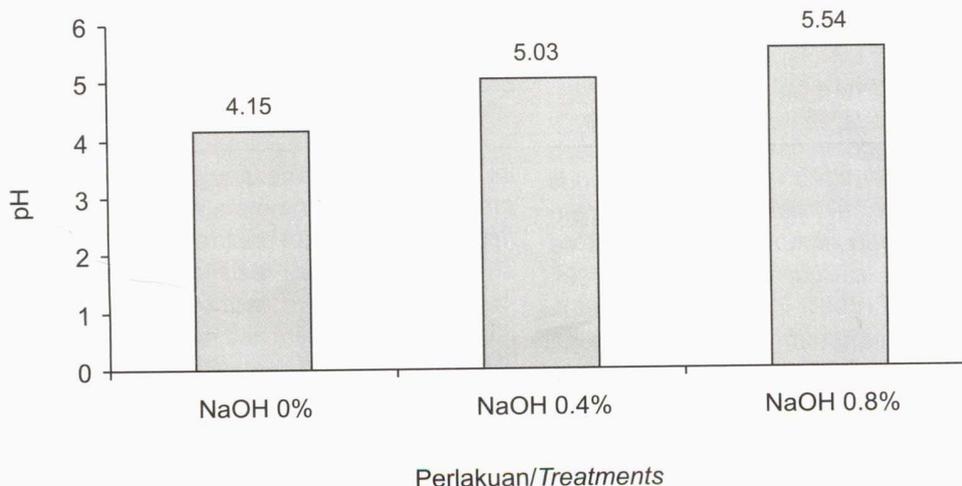
Berdasarkan analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa setiap perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$) yaitu bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH, semakin rendah rendemen yang dihasilkan. Namun, dari uji lanjut metode Duncan diketahui bahwa perbedaan tersebut hanya signifikan pada perlakuan 0,8%.

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa konsentrasi NaOH 0,8% menurunkan rendemen gelatin yang dihasilkan. Hal ini diduga karena proses pencucian setelah tulang direndam NaOH tidak optimal, sehingga masih ada larutan NaOH yang tertinggal dan tulang

mengalami hidrolisis lebih awal. Akibat lain yang mungkin dapat terjadi adalah terjadi reaksi asam-basa antara NaOH yang tertinggal dengan HCl pada proses perendaman asam. Reaksi ini akan menghalangi hidrolisis kolagen dan proses terbentuknya *ossein* menjadi kurang sempurna.

Derajat Keasaman (pH) Gelatin

Nilai pH gelatin berhubungan dengan proses yang digunakan untuk membuatnya. Proses asam cenderung menghasilkan pH rendah (Hinterwaldner, 1977b). Nilai rata-rata pH gelatin dengan perlakuan berbeda disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai pH gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*) dengan perlakuan perendaman pada berbagai konsentrasi NaOH.

Figure 3. pH value of tuna (*Thunnus albacares*) bone gelatin with various concentration of NaOH soaking treatments.

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa pH gelatin masih bersifat asam, namun sudah mendekati netral. Kenaikan pH tersebut mengikuti peningkatan konsentrasi NaOH. Nilai pH gelatin sangat tergantung pada tahap proses pencucian. Pencucian yang optimal dapat menghilangkan sisa asam (HCl) atau basa (NaOH). Hal ini diperlukan karena kedua senyawa tersebut dapat menyebabkan hidrolisis lebih lanjut dan berakibat pada berkurangnya rendemen atau kualitas gelatin.

Hasil analisis sidik ragam mendukung perkiraan tersebut, diketahui bahwa setiap perlakuan memberikan hasil berbeda nyata ($P < 0,05$). Dari uji lanjut metode Duncan dapat diketahui bahwa ketiga perlakuan, yaitu perendaman dalam NaOH 0; 0,4; dan 0,8% memberikan hasil yang berbeda nyata.

Nilai pH pada perlakuan perendaman NaOH 0,8%, berkisar 5,54 telah memenuhi standar gelatin tipe A, yaitu 3,80–5,5 (Anon., 2005). Gelatin tersebut dapat digunakan untuk pangan dan farmasi karena memenuhi standar gelatin pangan dan farmasi yang dikeluarkan oleh Norland (1990) yaitu sebesar 4,0–7,0.

Viskositas Gelatin

Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan gelatin sebagai larutan pada konsentrasi dan suhu tertentu. Viskositas gelatin biasanya diukur pada suhu 60°C dengan konsentrasi 6,67% (b/b) (Leiner, 2006).

Viskositas larutan gelatin tergantung pada tingkat hidrodinamik antar molekul, temperatur, pH, dan

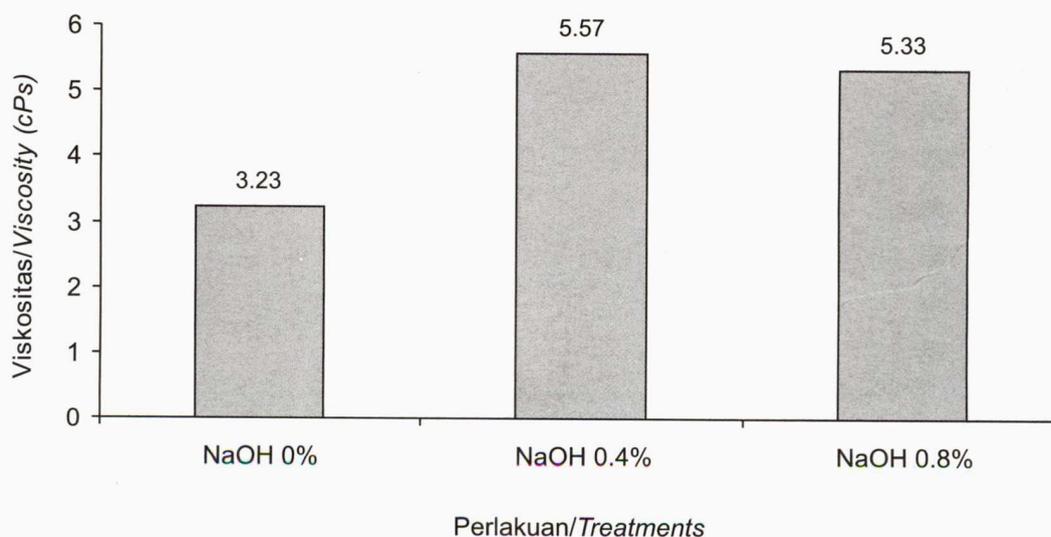
konsentrasi gelatin (Wainwright, 1977). Nilai viskositas gelatin yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 3,23–5,57 cPs seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.

Berdasarkan analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa viskositas gelatin hasil dari setiap perlakuan adalah berbeda nyata ($P < 0,05$). Dari uji lanjut metode Duncan dapat diketahui bahwa pada perlakuan perendaman NaOH 0,4% dengan 0,8% tidak berbeda nyata.

Viskositas berhubungan dengan bobot molekul rata-rata gelatin dan distribusi molekul, sedangkan bobot molekul gelatin berhubungan langsung dengan panjang rantai asam aminonya. Viskositas dengan perlakuan perendaman NaOH 0,4% dan 0,8%, yaitu 5,57 dan 5,33 cPs telah memenuhi standar gelatin tipe A yaitu 1,50–7,50 cPs (Anon., 2005). Hal ini juga menunjukkan bahwa perlakuan perendaman tulang ikan tuna dalam NaOH mampu merapatkan ruang kosong di sekeliling polimer protein yang ditinggalkan oleh lemak dan mineral lain, sehingga tidak memutus rantai asam amino yang ada. Dengan demikian gelatin yang diperoleh memiliki bobot molekul rata-rata yang lebih besar yang ditunjukkan dengan nilai viskositas yang lebih tinggi pada gelatin yang diperlakukan dengan NaOH daripada tanpa perlakuan dengan NaOH.

Kekuatan Gel Gelatin

Hasil pengukuran kekuatan gel gelatin pada perlakuan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 5. Perlakuan perendaman dalam NaOH



Gambar 4. Viskositas gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*) dengan perlakuan perendaman pada berbagai konsentrasi NaOH.

Figure 4. Viscosity of tuna (*Thunnus albacares*) bone gelatin with various concentration of NaOH soaking treatments.

memberikan pengaruh dalam meningkatkan nilai kekuatan gel.

Kekuatan gel pada perlakuan ketiga (NaOH 0,8%) memang lebih rendah dari perlakuan kedua (NaOH 0,4%). Meskipun analisis sidik ragam menunjukkan bahwa setiap perlakuan adalah berbeda nyata ($P < 0,05$), namun dari uji lanjut metode Duncan diketahui bahwa perlakuan perendaman NaOH 0,4% dengan 0,8% tidak berbeda nyata.

Kekuatan gel dari perlakuan perendaman NaOH 0,4% dan 0,8% masing-masing adalah 151,8 g Bloom dan 140,5 g Bloom telah memenuhi standar gelatin tipe A, yaitu 50,0–300,0 g Bloom (Anon., 2005). Berdasarkan hasil penelitian ini maka diambil perlakuan terbaik yaitu perendaman dalam NaOH 0,4%, karena perlakuan tersebut telah menghasilkan kekuatan gel, viskositas dan rendemen tertinggi.

Kualitas Gelatin Tulang Tuna Hasil Perlakuan Perendaman NaOH 0,4%

Gelatin merupakan polimer protein berantai panjang yang tersusun atas beberapa asam amino yang dihubungkan dengan ikatan peptida. Komposisi asam amino dalam gelatin umumnya beragam dan tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Kadar asam amino glisin dan hidroksiprolin yang rendah dapat menghasilkan gelatin dengan titik leleh yang rendah. Dari hasil pengukuran kedua jenis asam amino tersebut pada gelatin hasil perlakuan perendaman dalam NaOH 0,4%, diketahui kadar asam amino glisin dan hidroksiprolin adalah 18,70 dan

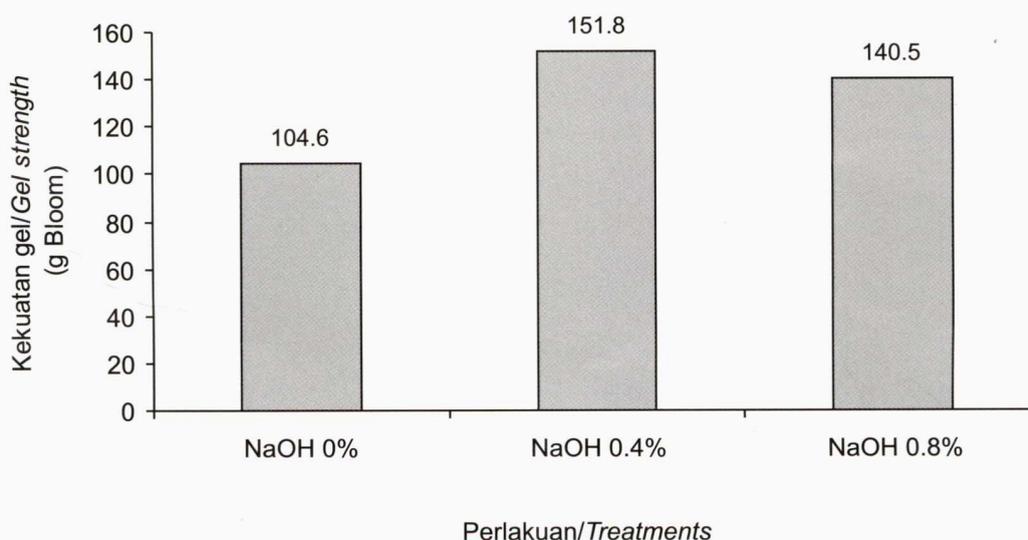
8,22%. Nilai tersebut lebih rendah dari kadar asam amino glisin dan hidroksiprolin gelatin komersial, yaitu 23,01 dan 8,74%.

Nilai pH merupakan total muatan elektrik negatif dan positif dari gugus karboksil dan amida asam amino yang menyusun gelatin memiliki jumlah yang sama, akan menghasilkan titik isoelektrik (pH) tertentu. Diketahuinya nilai pH dapat membantu untuk menentukan batas kemampuan gelatin tersebut untuk larut. Nilai pH gelatin hasil penelitian adalah 7,67 (Tabel 2), hal ini menunjukkan bahwa gelatin hasil penelitian memiliki sifat sukar larut pada pH 7,67.

Kemampuan gelatin untuk membentuk gel ditentukan dari nilai kekuatan gel dan titik gel, kemudian nilai tersebut dimanfaatkan untuk menentukan penggunaan produk gelatin tersebut dalam produk pangan maupun non pangan. Titik gel gelatin hasil penelitian adalah 9,0°C, nilai tersebut sudah sesuai dengan standar *Food Chemical Codex* (Amiruldin, 2007) yaitu 5–10°C untuk gelatin dari ikan.

Salah satu karakteristik fisik gelatin yang menunjukkan kesetaraannya dengan gelatin komersial adalah derajat putih. Gelatin hasil penelitian memiliki nilai derajat putih sebesar 33,7% (Tabel 2), lebih rendah dari gelatin komersial, yaitu 38,2%. Hal ini kemungkinan karena pada perlakuan yang diberikan terhadap bahan baku tulang tuna masih terjadi proses pencoklatan non enzimatis atau reaksi *Maillard* yang berakibat terbentuknya warna kecoklatan.

Higienitas dari rangkaian proses produksi gelatin yang telah dilakukan dapat dilihat dari kondisi



Gambar 5. Kekuatan gel gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*) dengan perlakuan perendaman pada berbagai konsentrasi NaOH.

Figure 5. Gel strength of tuna (*Thunnus albacares*) bone gelatin with various concentration of NaOH soaking treatments.

Tabel 2. Karakteristik gelatin tulang tuna hasil perlakuan perendaman NaOH 0,4%
 Table 2. Tuna bone gelatin characteristics produced by soaking in 0.4% NaOH

Karakteristik/Characteristics	Gelatin Tulang Tuna/ Fish Bone Gelatin	Gelatin Komersial/ Commercial Gelatin
pH /	5.03	5.90
Viskositas/Viscosity (cPs)	5.57	5.90
Kekuatan gel/Gel strength (g Bloom)	151.80	178.90
Titik gel/Gel point (°C)	9.00	16.20
Titik leleh/Melting point (°C)	25.30	29.70
Titik isoelektrik/Isoelectric point	7.67	7.0
Derajat putih/Whiteness degree	33.70	38.20
ALT/TPC (cfu/g)	4.50 x 10 ⁴	5.70 x 10 ⁹
Salmonella (MPN/mL)	Negatif/Negative	Negatif/Negative
E. coli (MPN/g)	Negatif/Negative	Negatif/Negative

mikrobiologi (TPC, *Salmonella*, dan *E. coli*). Analisis mikrobiologi terhadap gelatin hasil penelitian yang telah dilakukan memberikan hasil TPC 4,5 x 10⁴ cfu (Tabel 2), nilai ini lebih rendah dari nilai TPC gelatin komersial, yaitu 5,7 x 10⁹ cfu. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan dalam penelitian menghasilkan gelatin yang lebih baik dari gelatin komersial, namun demikian nilai tersebut belum memenuhi syarat yang ditetapkan Norland (1990), yaitu kurang dari 1 x 10⁴ cfu. Kandungan *Salmonella* dan *E. coli* pada gelatin hasil penelitian adalah negatif (Tabel 2), sama halnya dengan kandungan gelatin komersial, dan nilai tersebut telah memenuhi persyaratan kadar *Salmonella* dan *E. coli* dalam Norland (1990).

KESIMPULAN

Perlakuan perendaman tulang ikan tuna dalam larutan NaOH sebelum perendaman dalam asam berpengaruh nyata terhadap rendemen, pH, viskositas, dan kekuatan gel gelatin yang dihasilkan. Hasil penelitian yang memberikan hasil pH, viskositas dan kekuatan gel terbaik adalah pada perlakuan perendaman NaOH 0,4%, yaitu pH 5,03; viskositas 5,57 cPs dan kekuatan gel 151,8 g Bloom dengan rendemen 8,5%.

DAFTAR PUSTAKA

Amiruldin, M. 2007. *Pembuatan dan Analisis Karakteristik Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (Thunnus albacares)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. 55 pp.
 Anonymous. 2005. Gelatin. http://www.gmap-gelatin.com/about_gelatin_phys.html. Diakses tanggal 12 Juni 2008.

Anonim. 2006. Riset pemanfaatan limbah perikanan tulang dan kulit ikan. *Laporan Teknis. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, Jakarta. p. 25–36.
 Anonymous. 2008a. Focus of the Month: While Japan Becomes the Champion of Tuna Farming, Indonesia Falls Asleep. http://www.trobos.com/show_article.php?rid=6&aid=984. Diakses tanggal 12 Juni 2008.
 Anonim. 2008b. Hot issues: Jepang kampiun budidayakan tuna Indonesia terlena. http://www.trobos.com/show_article.php?rid=4&aid=981. Diakses tanggal 12 Maret 2009.
 Anonim. 2009. Rubrik opini: Revitalisasi dan diplomasi perikanan. http://wap.korantempo.com/view_details.php. Diakses tanggal 12 Maret 2009.
 AOAC. 1995. Official methods of analysis. *The Association of Official Analytical Chemist. A.O.A.C. Inc.*, Washington D.C., Chap. 38: 1–3.
 Cole, C.G.B. 2000. Gelatin. In encyclopedia of food science and technology. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York. <http://gltn1.html>. Diakses tanggal 12 Juni 2008.
 Eastoe, J.E. and Leach, A.A. 1977. Chemical constitution of gelatin. In Ward, A.G. and Courts A.A. (eds.). *The Science and Technology of Gelatin*. Academic Press, New York. p. 97–98.
 Hadi, S. 2005. *Karakteristik Fisikokimia Gelatin dari Tulang Kakap Merah (Lutjanus sp.) serta Pemanfaatannya dalam Produk Jelly*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. p. 21–35.
 Hinterwaldner, R. 1977a. Raw material. In Ward, A.G. and Courts, A.A. (eds.). *The Science and Technology of Gelatin*. Academic Press, New York. p. 295–305.
 Hinterwaldner, R. 1977b. Technology of gelatin manufacture. In Ward, A.G. and Courts, A.A. (eds.). *The Science and Technology of Gelatin*. Academic Press, New York. p. 315–361.

- Leiner, P.B. 2006. The physical and chemical properties of gelatin. <http://www.pbgelatin.com>. Diakses tanggal 12 Juni 2008.
- Nurilmala, M. 2004. *Kajian Potensi Limbah Tulang Ikan Keras (Teleostei) sebagai Sumber Gelatin dan Analisis Karakteristik*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. p. 6–7.
- Norland, R.E. 1990. Fish gelatin. In Voight, M.N. and Botta, J.K. (eds.). *Advances in Fisheries Technology and Biotechnology for Increased Profitability*. Lancas Pa, Technomic, Co. p. 325–333
- Putro, S. 2008. Kolom dan opini: Budidaya tuna: Antara ancaman dan peluang. http://www.trobos.com/show_article.php?rid=22&aid=1020. Diakses tanggal 12 Maret 2009.
- Steel, R.G.D. dan Torrie, J.H. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. p. 227–228 dan 234.
- Suryanti, Hadi, S., dan Peranginangin, R. 2006. Ekstraksi gelatin dari tulang ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) secara asam. *JPB Perikanan*. 1(1): 27–34.
- Wainwright, F.W. 1977. Physical test for gelatin and gelatin products. In Ward, AG. and Courts, AA. (eds.). *The Science and Technology of Gelatin*. Academic Press, New York. p. 524–525.