

PENGARUH PERENDAMAN DALAM ASAM KLORIDA TERHADAP KUALITAS GELATIN TULANG KAKAP MERAH (*Lutjanus sp.*)

Rinta Kusumawati^{*)}, Tazwir^{*)}, dan Ari Wawasto^{**)}

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk melihat pengaruh perlakuan perendaman tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) dalam asam klorida (HCl) pada konsentrasi 2, 3, dan 4% terhadap kualitas gelatin yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan adalah tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang telah dibersihkan dan disimpan selama 3 bulan dalam suhu ruang. Proses perendaman dilanjutkan dengan tahap ekstraksi, filtrasi, evaporasi, dan pengeringan. Analisis statistik menunjukkan bahwa konsentrasi HCl berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kekuatan gel, viskositas, dan rendemen gelatin, tetapi tidak berpengaruh terhadap pH. Hasil yang terbaik diperoleh dari perendaman dengan HCl 2%, yaitu rendemen 14,16%, kekuatan gel 202 g Bloom, viskositas 7,46 cPs, dan pH 4,43.

ABSTRACT: *Effect of hydrochloric acid soaking on the quality of red snapper (*Lutjanus sp.*) bone gelatin. By: Rinta Kusumawati, Tazwir, and Arie Wawasto*

*Research has been conducted to determine the soaking effect of red snapper (*Lutjanus sp.*) fish bone in various concentrations of HCl (2, 3, and 4%) on the quality of gelatin. The raw material used was degreased red snapper fish bone that had been stored for 3 months at room temperature. After soaking in HCl, the gelatin was extracted from the bone filtered, evaporated, and dried to produce gelatin sheet. Statistical analysis showed that acid treatment gave significant effect on the gel strength, viscosity, and yield ($P < 0.05$), but no effect on pH. Results of the experiment revealed that the best concentration of HCl was 2%, with 14.16% yield, 202 g Bloom gel strength, 7.46 cPs viscosity, and pH of 4.43.*

KEYWORDS: *red snapper bone, gelatin, acid method*

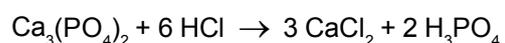
PENDAHULUAN

Potensi lestari sumberdaya ikan laut Indonesia diperkirakan sebesar 6,4 juta ton per tahun. Potensi ini terbagi atas 3 kelompok besar, yaitu ikan pelagis kecil, ikan pelagis besar, dan ikan demersal. Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) termasuk dalam kelompok ikan demersal (Bahar, 2006). Pada proses pengolahan *fillet* kakap merah (*Lutjanus sp.*) bagian tulang dengan proporsi mencapai 13,70% dari keseluruhan tubuh ikan belum banyak dimanfaatkan (Peranginangin *et al.*, 2005).

Tulang tersusun atas beberapa komponen, di antaranya protein yang berbentuk polimer kolagen. Hidrolisis terhadap kolagen tulang ikan dapat dilakukan setelah melakukan tahap *degreasing*, pembersihan, pengeringan, dan pemotongan tulang menjadi lebih kecil (Hadi, 2005). Proses *degreasing* pada suhu 80°C selama 30 menit dilakukan untuk menghilangkan daging, kotoran, dan lemak pada tulang ikan (Hinterwaldner, 1977).

Hidrolisis atau perendaman dalam larutan asam terhadap kolagen dapat menghasilkan polimer gelatin (Gomez *et al.*, 2004) dengan asam amino

glisin sebagai penyusun utama. Penggunaan asam dalam tahap hidrolisis akan menghasilkan gelatin tipe A (Ledward, 2000). Konsentrasi asam klorida (HCl) yang sering digunakan yaitu 2–6% dalam waktu 1 hari dan reaksi yang terjadi adalah substitusi anion fosfat pada garam kalsium dengan anion klorida (Hinterwalder, 1977):



Larutan asam mampu mengubah serat kolagen *triple* heliks menjadi rantai tunggal dalam waktu singkat, sehingga pada waktu yang sama jumlah kolagen yang terhidrolisis lebih banyak (Utama, 1997). Hasil yang diperoleh adalah *ossein*. Konversi kolagen menjadi gelatin, dilakukan dengan cara ekstraksi *ossein* dalam akuades pada suhu 55 – 100°C, selama 4 – 8 jam (Ledward, 2000). Suhu ekstraksi berada di atas suhu susut kolagen, yaitu 60 – 70°C. Waktu ekstraksi 6 jam merupakan waktu yang optimal karena jika dilanjutkan *ossein* akan hancur dan larut dalam akuades (Hadi, 2005).

Bahan baku berupa limbah tulang ikan hanya dapat diperoleh dalam jumlah besar setelah pengolahan *fillet* selesai dilakukan. Dengan demikian, untuk

^{*)} Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, DKP

^{**)} Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro

mendapatkan bahan baku yang cukup diperlukan pengumpulan dan penyimpanan bahan baku. Dalam penelitian ini digunakan bahan baku tulang kakap merah (*Lutjanus* sp.) yang telah disimpan selama tiga bulan dan akan dipelajari pengaruh konsentrasi HCl sebagai larutan perendam terhadap sifat fungsional gelatin yang dihasilkan, yaitu rendemen, kekuatan gel, viskositas, dan pH. Kualitas produk gelatin ditentukan dengan membandingkan sifat fisikokimia dan mikrobiologi gelatin terbaik terhadap gelatin komersial.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku berupa tulang kakap merah (*Lutjanus* sp.) yang diperoleh dari limbah industri pengolahan *fillet* ikan di Muara Baru, Jakarta Utara. Bahan lain yang digunakan adalah air, HCl (teknis), dan gelatin komersial.

Metode

Tulang kakap merah (*Lutjanus* sp.) yang telah direbus selama 30 menit pada suhu 80°C untuk proses *degreasing*, telah dibersihkan dari sisa daging dan lemak yang menempel dan telah disimpan selama 3 bulan dalam keranjang plastik pada suhu ruang, dipotong-potong hingga panjang tulang 3 – 5 cm, kemudian direndam selama 2 hari dalam larutan HCl 2, 3, dan 4% dengan perbandingan tulang dan larutan HCl 1 : 6. Setiap hari larutan HCl diganti dengan larutan baru dengan konsentrasi yang sama.

Tulang ikan yang telah lunak (*ossein*) dicuci dalam air mengalir dan disikat hingga warna coklat berkurang sampai pH menjadi netral. Kemudian dilakukan ekstraksi *ossein* dalam akuades dengan perbandingan 1 : 3 pada suhu 70°C selama 6 jam. Filtrat disaring dengan menggunakan saringan berukuran 250 *mesh*, hasil saringan dituangkan ke dalam loyang aluminium yang diberi alas plastik tahan panas *High Density Polyethylene (HDPE)*, dan selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 50 – 55°C sampai kering (kira-kira selama 2 hari). Lembaran gelatin yang diperoleh dihaluskan dengan penggilingan menjadi tepung gelatin.

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu konsentrasi HCl (2, 3, dan 4%). Jika hasil analisis berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan (Steel & Torrie, 1993). Penelitian dilakukan dengan 3 kali ulangan.

Pengamatan

Rendemen (AOAC, 1995)

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

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

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

Larutan gelatin konsentrasi 6,67% (b/v) 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).

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

Sampel sebanyak 0,2 g ditimbang, kemudian didispersikan ke dalam 20 mL akuades pada suhu 80°C. Sampel dihomogenkan dengan *magnetic stirrer*, setelah itu diukur derajat keasamannya pada suhu kamar dengan pH meter.

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

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/v) 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.

HASIL DAN BAHASAN

Uji Proksimat Bahan Baku

Hasil analisis proksimat bahan baku tulang dapat dilihat dalam Tabel 1. Kadar protein dari massa bahan baku cukup tinggi, yaitu 23,51%, sehingga berpotensi sebagai bahan baku untuk produksi gelatin.

Tabel 1. Analisis proksimat tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang telah disimpan selama 3 bulan
 Table 1. Proximate analysis of red snapper (*Lutjanus sp.*) fish bone that had been stored for 3 months

Parameter/Parameters	Nilai/Value (%)
Kadar air/Moisture content	9.23
Kadar abu/Ash content	49.51
Kadar protein/Protein content	23.51
Kadar lemak/Fat content	5.02

Menurut Hinterwaldner (1977), pengolahan limbah tulang ikan lebih baik dilakukan saat bahan baku masih segar, karena akan berpengaruh terhadap kualitas *ossein* dan gelatin yang dihasilkan, semakin segar bahan baku, maka kualitas gelatin akan semakin baik. Hasil analisis rendemen, pH, kekuatan gel, dan viskositas dapat dilihat dalam Tabel 2.

Rendemen

Rendemen menunjukkan efisiensi dan efektifitas proses ekstraksi. Nilai rendemen dihitung dengan cara membandingkan berat gelatin kering yang diperoleh terhadap berat bahan baku.

Dari Tabel 2 terlihat bahwa rendemen tertinggi, yaitu sebesar 14,16%, terdapat pada perlakuan HCl 2%. Rendemen menurun seiring meningkatnya konsentrasi HCl. Ledward (2000) menyebutkan bahwa meskipun gelatin dan kolagen memiliki kemiripan susunan polimer protein, tetapi memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda. Dalam larutan asam, gelatin dapat larut, sedangkan kolagen akan mengalami *swelling* dan tidak larut. Sementara itu, konsentrasi HCl yang semakin tinggi memberikan efek hidrolisis yang semakin efektif, yaitu *ossein* yang terbentuk lebih optimal, dan berpotensi mengalami proses lanjut membentuk gelatin dan terlarut. Hal ini dapat mengakibatkan rendemen gelatin yang lebih rendah pada perendaman dengan konsentrasi HCl tertinggi.

Berdasarkan analisis sidik ragam diketahui bahwa perbedaan konsentrasi HCl memberikan hasil

rendemen yang berbeda nyata, yang berarti bahwa perlakuan konsentrasi HCl 2, 3, dan 4% berpengaruh terhadap rendemen gelatin yang dihasilkan. Uji lanjut metode Duncan menunjukkan bahwa perlakuan perendaman dengan konsentrasi HCl 2 dan 3% mempunyai rendemen yang tidak berbeda nyata, tetapi secara nyata lebih besar jika dibandingkan dengan perendaman HCl 4%.

Kekuatan Gel

Kekuatan gel menunjukkan kemampuan gelatin untuk berubah dari fase gel menjadi sol dan sebaliknya, atau bersifat *reversible*. Sifat ini yang menyebabkan gelatin sangat luas penggunaannya, baik dalam bidang pangan maupun non pangan. Hasil pengukuran kekuatan gel gelatin pada Tabel 2 menunjukkan bahwa konsentrasi HCl mempengaruhi kekuatan gel, yaitu semakin rendah konsentrasi HCl semakin tinggi kekuatan gel dan konsentrasi asam sebanding dengan pH media.

Nilai kekuatan gel terbaik adalah 202 g *Bloom* yang diperoleh dari perlakuan HCl 2%. Nilai tersebut memenuhi standar LAPI GELATIN yaitu 80 – 300 g *Bloom* dan dapat digunakan untuk pangan dan farmasi. Hasil analisis ragam juga mendukung data tersebut, diketahui bahwa perlakuan konsentrasi HCl menghasilkan kekuatan gel yang berbeda nyata, yang berarti bahwa perlakuan dengan konsentrasi HCl 2, 3, dan 4% berpengaruh terhadap kekuatan gel gelatin yang dihasilkan. Selanjutnya dengan uji lanjut

Tabel 2. Rendemen, kekuatan gel, viskositas, dan derajat keasaman gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*)

Table 2. Yield, gel strength, viscosity, and pH of red snapper (*Lutjanus sp.*) fish bone gelatin

Perlakuan/ Treatment	Rendemen/ Yield (%)	pH/ pH	Kekuatan gel/ Gel strength (g Bloom)	Viskositas/ Viscosity (cPs)
HCl 2%	14.16 ± 0.25 ^a	4.43 ^a	202.00 ± 27.98 ^a	7.46 ± 0.15 ^a
HCl 3%	13.40 ± 0.70 ^a	4.21 ^a	134.40 ± 14.98 ^b	5.38 ± 0.19 ^b
HCl 4%	10.10 ± 0.36 ^b	3.79 ^a	22.33 ± 4.98 ^c	5.08 ± 0.08 ^b

Keterangan/Note: Huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf 5%/
 The different letters showed a significant different at P<0.05

metode Duncan diketahui bahwa setiap perlakuan dalam penelitian ini memberikan hasil yang berbeda nyata.

Viskositas

Pengukuran 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/v). Berdasarkan hasil pengukuran viskositas gelatin yang ditunjukkan dalam Tabel 2, diketahui bahwa viskositas tertinggi terdapat pada perlakuan HCl 2% yaitu 7,46 cPs.

Faktor yang mempengaruhi viskositas adalah pH. Konsentrasi HCl yang semakin tinggi, menyebabkan kation asam yang terperangkap dalam *ossein* semakin banyak, sehingga pH yang terukur semakin rendah (asam) dan hidrolisis kolagen akan berlanjut pada proses penguraian polimer kolagen. Penguraian polimer dapat berakibat diperolehnya berat molekul (BM) *polydispersity* yang lebih rendah (Stainsby, 1977; Sperling, 1985 dalam Pelu *et al.*, 1998) atau terbentuk polimer turunan yang mengakibatkan rendahnya viskositas.

Berdasarkan analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa perbedaan konsentrasi HCl menyebabkan viskositas gelatin yang dihasilkan berbeda nyata yang berarti bahwa perlakuan konsentrasi HCl 2, 3, dan 4% berpengaruh terhadap viskositas gelatin yang dihasilkan. Uji lanjut metode Duncan menunjukkan bahwa perendaman dengan konsentrasi HCl 2% memberikan hasil nilai viskositas yang berbeda nyata, yaitu viskositas tertinggi sebesar 7,46 cPs, sedangkan perendaman HCl 3 dan 4% tidak berbeda nyata.

Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa perbedaan konsentrasi HCl tidak menyebabkan derajat keasaman gelatin yang berbeda nyata (Tabel 2), yang berarti bahwa perlakuan dengan konsentrasi HCl 2, 3, dan 4% tidak berpengaruh terhadap pH gelatin yang dihasilkan.

Derajat keasaman (pH) gelatin diperoleh dengan cara pengukuran produk gelatin yang dilarutkan dalam akuades. Hinterwaldner (1977) menyatakan bahwa nilai pH gelatin berhubungan dengan proses yang dilakukan. Proses perendaman dalam asam cenderung menghasilkan gelatin dengan pH yang rendah (Tourtellote, 1980), oleh karena itu proses penetralan dengan cara pencucian *ossein* dalam produksi gelatin memiliki peran penting agar diperoleh gelatin yang bernilai ekonomis. Pencucian ditujukan untuk menghilangkan HCl yang masih tersisa dan

menghindari penguraian lebih lanjut terhadap *ossein*, ditandai dengan pH netral pada air pencuci dan *ossein*. Pencucian yang tidak optimal berpotensi menyisakan HCl berlebih dalam rongga *ossein*, sehingga gelatin yang diperoleh memiliki pH yang lebih rendah dan tidak memenuhi standar.

Meskipun demikian, pH gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) sudah memenuhi batas pH yang ditetapkan dalam Tourtellote (1980), yaitu 3,8 – 6,0. Dengan demikian, pencucian *ossein* yang dilakukan dalam penelitian sudah baik dan optimal.

Mutu Gelatin

Pengukuran mutu gelatin dilakukan dengan membandingkan karakteristik gelatin yang diperoleh dengan karakteristik gelatin komersial. Di samping itu mutu gelatin juga dibandingkan dengan gelatin hasil penelitian sebelumnya, yaitu gelatin yang dibuat dari bahan baku tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) segar dengan perlakuan perendaman HCl 4% (Hadi, 2005). Karakteristik gelatin yang diukur adalah proksimat (kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak), kandungan logam berat (Pb, Hg, dan As), serta kandungan mikrobiologi (ALT, *E. coli*, dan *Salmonella*). Hasil pengukuran karakteristik gelatin tersebut dapat dilihat dalam Tabel 3.

Hasil pengukuran sifat fisikokimia dari gelatin dengan sifat fungsional terbaik (konsentrasi HCl 2%) menunjukkan bahwa gelatin yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki mutu yang lebih baik dibandingkan dengan gelatin komersial. Berdasarkan standar gelatin pangan, maka gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang telah disimpan dapat memenuhi persyaratan, namun masih perlu penanganan yang lebih higienis agar kandungan mikrobiologinya dapat lebih rendah dari batas yang ditentukan.

FAO mensyaratkan Angka Lempeng Total (ALT) $\leq 10^4$ koloni/g, sedangkan ALT pada gelatin yang diperoleh $5,80 \times 10^4$ koloni/g, jika penanganan dapat dilakukan lebih baik dan higienis, diharapkan ALT gelatin memenuhi persyaratan FAO (JECFA, 2003). Dengan demikian, gelatin yang dihasilkan dapat dimanfaatkan dalam produk-produk pangan.

Metode terbaik produksi gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang telah disimpan adalah dengan menggunakan konsentrasi HCl 2%, sedangkan gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang tidak disimpan (segar) adalah dengan menggunakan konsentrasi HCl 4% (Hadi, 2005). Teknik produksi gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) segar yang menggunakan HCl 4% untuk perendaman tidak dapat

Tabel 3. Perbandingan karakteristik gelatin hasil penelitian dengan gelatin komersial dan standar
 Table 3. Comparison between gelatin characteristics resulted from experiment to commercial gelatin and standard

Parameter/Parameters	Tulang kakap merah (<i>Lutjanus sp.</i>) yang disimpan ¹⁾ / Stored red snapper (<i>Lutjanus sp.</i>) fish bone ¹⁾	Tulang kakap merah (<i>Lutjanus sp.</i>) segar ²⁾ / Fresh red snapper (<i>Lutjanus sp.</i>) fish bone ²⁾	Gelatin komersial/ Commercial gelatin	Standar/ Standard
Analisis proksimat/ Proximate analysis (%)				
Kadar protein/Protein content	81.60	86.61	79.40	-
Kadar abu/Ash content	2.13	0.88	1.51	Max 3.25 ³⁾
Kadar air/Moisture content	9.15	6.73	10.95	Max 16 ³⁾
Kadar lemak/Lipid content	0.27	0.16	0.12	-
Sifat fisik/Physical characteristic				
Viskositas/Viscosity (cPs)	7.46	6.73	5.75	2–7.5 ⁴⁾
Kekuatan gel/Gel strenght (g Bloom)	202.00	226.80	128.15	75–300 ⁴⁾
pH/pH	4.43	5.05	7.11	3.8–6.0 ⁴⁾
Kandungan logam berat/ Heavy metal content (ppm)				
Timbal/Plumbum (Pb)	0.03	nd	0.03	-
Air raksa/Mercury (Hg)	0.0010	nd	0.0010	-
Arsen/Arsenic (As)	0.0003	0.0012	0.0010	2 ³⁾
Kandungan mikrobiologi/ Microbiology content				
Angka Lempeng Total (ALT)/ Total Plate Count (TPC) (cfu/g)	5.80 x 10 ⁴	2.50 x 10 ³	8.40 x 10 ⁴	≤ 10 ⁴ 5)
<i>Escherichia coli</i>	Negatif/Negative	Negatif/Negative	Negatif/Negative	≤ 10 ⁵⁾
<i>Salmonella sp.</i>	Negatif/Negative	nq	Negatif/Negative	-

Keterangan : (1) Konsentrasi HCl 2%, (2) Hadi, 2005, (3) SNI 06-3735, 1995, (4) Tourtellote, 1980, (5) FAO dalam JECFA, 2003, (-) tidak ada standar, (nd) tidak terdeteksi, (nq) tidak diukur
 Note : (1) HCl concentration 2%, (2) Hadi, 2005, (3) SNI 06-3735, 1995, (4) Tourtellote, 1980, (5) FAO in JECFA, 2003, (-) not available standard, (nd) not detected, (nq) not quantified

diaplikasikan terhadap bahan baku tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang telah disimpan, karena karakteristik gelatin yang diperoleh seperti rendemen, pH, viskositas, dan kekuatan gel menjadi lebih rendah (Tabel 2). Selain itu, karakteristik gelatin yang diperoleh tidak memenuhi standar pangan.

Metode ekstraksi terbaik untuk produksi dengan bahan baku tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang telah disimpan menghasilkan mutu gelatin yang telah memenuhi standar, baik FAO (JECFA, 2003), SNI-1985, dan gelatin pangan Tourtellote (1980).

KESIMPULAN

Konsentrasi asam klorida (HCl) berpengaruh nyata terhadap kekuatan gel, viskositas, dan rendemen gelatin yang dihasilkan dari tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang telah disimpan, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH. Perlakuan terbaik adalah perendaman dalam larutan HCl 2% dengan hasil rendemen 14,16%, kekuatan gel 202 g Bloom, viskositas 7,46 cPs, dan pH 4,43.

Kualitas fisik, kimia, mikrobiologi, dan kadar logam berat gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*)

yang telah disimpan selama 3 bulan lebih baik dibanding gelatin komersial, dan memenuhi standar gelatin menurut SNI 1995, Tourtellote (1980), dan FAO (JECFA, 2003).

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis. The Association of Official Analytical Chemist.* A.O.A.C. Inc., Washington, DC. Chap. 38: 1–3.
- Bahar, B. 2006. *Panduan Praktis Memilih dan Menangani Produk Perikanan.* Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 11 pp.
- Gomez-Guillen, M.C., Gimenez, B., and Montero, P. 2004. Extraction of gelatin from fish skins by high pressure treatment. Abstract. *Food Hydrocolloids.* Science Direct. 19(5): 923–928.
- 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. 1977. Technology of gelatin manufacture. In Ward A.G. and Courts, A. (eds.). *The Science and Technology of Gelatin.* Academic Press, New York. 315 pp.
- JECFA. 2003. Edible gelatin. In *Compendium of Food Additive Specifications.* 1. Rome, Italy.
- Ledward, D.A. 2000. Gelatin. In *Hand Book of Hydrocolloids.* Woodhead Pub. p. 67–86.
- Pelu, H., Harwanti, S., dan Chasanah, E. 1998. Ekstraksi gelatin dari kulit ikan tuna melalui proses asam. *J. Penel. Perik. Indonesia.* BPTP, Jakarta. 4(2): 66–74.
- Peranginangin, R., Mulyasari, Sari, A., dan Tazwir. 2005. Karakterisasi mutu gelatin yang diproduksi dari tulang ikan patin (*Pangasius hypoptalamus*) secara ekstraksi asam. *J. Penel. Perik. Indonesia.* 11(4):15–24.
- SNI 06-3735-1995. *Mutu dan Cara Uji Gelatin.* Badan Standardisasi Nasional, Jakarta. p. 1–2.
- Stainsby, G. 1977. The gelatin gel and the sol gel transformation. In Ward, A.G. and Court, A. (eds.). *The Science and Technology of Gelatin.* Academic Press, New York. p. 109–165.
- 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.
- Tourtellote, P. 1980. Gelatin. In McGraw Hill (ed.). *Encyclopedia of Science and Technology.* McGraw Hill Book Company, New York. p. 476–478 dan 93–94.
- Utama, H. 1997. Gelatin yang bikin heboh. *Jurnal Halal.* LPPOM-MUI. 18: 10–12.
- Jones, N. R. 1977. Uses of gelatin in edible products. In Ward, A.G. and Courts, A. (eds.). *The Science and Technology of Gelatin.* Academic Press, New York. 369 pp.