

KEMAMPUAN GELATIN KULIT IKAN MENGGANTIKAN GELATIN MAMALIA BERDASARKAN SIFAT FISIKA-KIMIANYA UNTUK INDUSTRI PANGAN (THE ABILITY OF FISH SKIN GELATIN IN REPLACING OF MAMMALIAN GELATIN BASE ON THEIR PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES FOR FOOD INDUSTRY)

Sugihartono

Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik

Jl. : Sokonandi No. 9 Yogyakarta 5516 Tlp. (0274) 512929-563939 Fax. (0274) 563655

Email : bbkjp_jogja@yahoo.com

ABSTRAK

Sumber Utama gelatin dunia berasal dari kulit dan tulang sapi serta babi; dimana dari kulit sapi (29,4%), kulit babi (46%), tulang (23,1%), dan sisanya dari bahan lain (1,5%). Gelatin dari kulit ikan merupakan salah satu sumber alternatif gelatin pangan, yang dapat diterima oleh berbagai kelompok religi, seperti muslim, jews dan hindu. Rendemen gelatin kulit ikan bervariasi, tergantung spesies dan cara pengolahannya, mampu menyamai dan bahkan melebihi rendemen gelatin mamalia. Sifat fisik-kimia gelatin ikan bervariasi diantara species ikan. Kandungan proteinnya lebih rendah dibanding protein gelatin mamalia. Jenis asam amino penyusun gelatin ikan mirip dengan gelatin mamalia, namun komposisinya berbeda terutama kandungan glisine, proline dan arginin. Titik leleh gelatin ikan lebih rendah, beberapa jenis diantaranya memiliki kekuatan gel dan viskositas yang mampu menyamai dan bahkan melebihi gelatin mamalia. Secara spesifik gelatin ikan mampu menggantikan peran gelatin mamalia sebagai gelatin pangan setelah mempertimbangkan karakteristik *innate* dari gelatin ikan dengan kesesuaian produk pangan.

Kata kunci : gelatin, ikan, mamalia, pangan.

ABSTRACT

The major source of gelatin in the world is derived from pigskin, bovine hide and also pigs and cattle bone, of which 29,4% from bovine hides, 46% from pigskin, 23,1% from bones, and 1,5 % from others. Fish gelatin is one of the alternative sources of food gelatine, which can be accepted for various religious groups such as muslims, jews and hindus. The yield of gelatin from fish skin are varies, depending on the species and its processing method, able to match and even exceed the yield of mammalian gelatin. Physico-chemical properties of fish gelatin varies among species. Protein content of fish gelatin is lower than mammalian gelatin. The number of amino acids of fish gelatin and mammalian gelatin were similar, but defferent composition especially for glisine, proline and arginine. Fish gelatin melting point is lower than mammalian gelatin, some types of which has a gel strength and viscosity are able to match and even exceed the mammalian gelatine. Specifically of fish gelatine could replace the role of the mammalian gelatin as food gelatine, after considering suitability innate characteristic of fish gelatin for food product,

Keywords : *gelatin, fish, mammalian, food.*

PENDAHULUAN

Pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati produk pertanian, perikanan, perkebunan, kehutanan, peternakan, perairan, dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah. Diperuntukkan sebagai makanan atau minuman, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan dan bahan lainnya yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan dan atau pembuatan makanan atau minuman (UU RI. No.12,2012).

Makanan dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan jasmani, yaitu untuk membentuk atau mengganti jaringan tubuh, memberikan tenaga atau mengatur semua proses dalam tubuh. Disamping itu juga mengandung nilai tertentu bagi berbagai kelompok, suku bangsa atau perorangan. Nilai tertentu tersebut meliputi unsur kelezatan, rasa kenyang, dan nilai yang dikaitkan dengan faktor lain seperti emosi, perasaan, tingkat sosial, agama, kepercayaan dan lainnya (Shadily, 1983).

Gelatin adalah produk hidrolisa kolagen dari kulit, tulang, dan jaringan serat putih hewan (Indralaksmi, 2000; Irawan, dkk., 2013;), merupakan biopolimer penting yang kegunaannya sangat luas (Mariod and Adam, 2013; Sanaei, et al., 2013). Dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti pangan, farmasi, fotografi, kosmetika, dan kedokteran (Sompie, et al., 2012). Pengguna terbanyak adalah industri pangan, yaitu \pm 55% (Peranginangin, 2007), bahkan mencapai 70% dari total produksi gelatin dunia (Pranoto, 2009).

Di industri pangan gelatin berguna untuk memperbaiki elastisitas, konsistensi dan stabilitas (Mariod and Adam, 2013; Jakhar, et al., 2012), serta *gelling agent* produk pangan. (Kaewudom, et al., 2012). Sumber gelatin komersial, pada umumnya berasal dari tulang sapi, kulit babi (Sanaei, et al., 2013), kulit sapi (Yusa, dkk., 2011), ikan, dan insekta (Mariod and Adam, 2013).

Penggunaan gelatin dari sapi dan babi untuk industri pangan menimbulkan alergi (Sakaguchi, et al., 2000) dan masalah religi bagi kaum muslim, jews, dan hindu (Ardekani et al., 2013). Umat muslim dan jews, tidak dapat menerima gelatin babi sebagai gelatin pangan (Jakhar, et al., 2012) dan hanya menerima gelatin sapi jika diproses sesuai dengan persyaratan (Choi and Regenstein, 2000). Pemeluk agama hindu juga tidak dapat menerima makanan yang berasal dari sapi (Pranoto, et al., 2011).

Disamping hal tersebut pengguna an gelatin sapi untuk pangan dikhawatirkan dapat menularkan penyakit sapi gila atau *bovine spongiform encephalopathy* (BSE) serta penyakit mulut dan kuku (Peranginangin, 2007; Jakhar, et al., 2012). Penggunaan gelatin dari limbah penyamakan kulit juga dibatasi guna menghindari risiko *genopathy* (Li, et al., 2013).

Disisi lain, gelatin memiliki fungsi yang masih sulit digantikan dalam industri pangan dan obat-obatan (Halal Guide, 2010); karenanya masih lebih disukai dibandingkan dengan bahan pembentuk gel lain (Maryani, dkk., 2010). Untuk itu perlu dicari alternatif sumber gelatin selain dari babi dan sapi sebagai gelatin pangan.

Gelatin ikan dapat digunakan sebagai alternatif sumber gelatin pangan, karena diterima oleh berbagai kelompok religi (Haug, et al., 2004), tidak menyebabkan alergi (Sakaguchi, et al., 2000), dan menghilangkan kekhawatiran penularan penyakit sapi gila (Mariod and Adam, 2013)..

Oleh karena mayoritas penduduk Indonesia beragama Islam (muslim) maka penyediaan sumber makanan dan informasi tentang makanan yang memenuhi aspek religi (halal) sangat penting dan diperlukan. Di dalam tulisan ini disajikan dan dibahas kemampuan gelatin ikan dalam menggantikan gelatin mamalia sebagai gelatin pangan yang halal ditinjau dari rendemen dan sifat fisika-kimianya.

SUMBER DAN PRODUKSI GELATIN

Di pasaran dunia, mayoritas gelatin di proses dari kulit babi dan kulit sapi (Pranoto, 2009), serta tulang sapi (Jakhar, *et al.*, 2012). Produksi gelatin kulit babi 46%, kulit sapi 29,4%, tulang 23,1% dan bahan lainnya 1,5% (Tavakolipour, 2011). Yusa dkk., (2011), melaporkan berbeda yaitu produksi gelatin dari kulit babi 41,45%, kulit sapi 28,7%, tulang sapi 29,8%, sisanya dari kulit dan tulang ikan.

Kulit ikan mengandung kolagen dalam jumlah yang cukup besar, dapat digunakan untuk memproduksi gelatin pangan (Bower, *et al.*, 2006), dan memiliki potensi untuk menggantikan gelatin mamalia (Pranoto, *et al.*, 2011)

Potensi perikanan di Indonesia sangat besar, namun produksinya pada tahun 2009 baru mencapai ± 10 juta ton. Produksi tersebut digunakan untuk memenuhi konsumsi masyarakat dan sebagian lainnya diekspor (Antara News, 2010). Dari data ini berarti, Indonesia memiliki potensi sumber bahan baku gelatin ikan yang cukup besar, yang dapat diproses menjadi gelatin halal. Namun industri yang memanfaatkannya menjadi gelatin komersial masih terbatas.

Bahan baku gelatin ikan berasal dari limbah pengolahan ikan (pengalengan dan *fillet*), yang berupa kulit dan tulang ikan. Limbah pada industri *fillet*, mencapai 30% dari berat ikan yang diolah (Tavakolipour, 2011). Di Indonesia bahan baku gelatin ikan, tersedia 3-4 ton/hari yang berasal dari limbah *fillet* dan ditambah limbah industri pengalengan ikan Tuna dan Cakalang (Peranginangin, 2007).

Pada akhir-akhir ini, penelitian tentang ekstraksi, karakterisasi dan pemanfaatan gelatin untuk pangan dari berbagai jenis ikan telah banyak dilakukan (Ratnasari, *et al.*, 2013; Irawan, dkk., 2013; Sanaei, *et al.*, 2013; Kaewudom, *et al.*, 2012; Pranoto, *et al.*, 2011; Yusa, dkk., 2011; Maryani dkk., 2010; Irwandi, *et al.*, 2009; Peranginangin, 2007). Jenis ikan yang digunakan antara lain; Kembung (*Rastrellinger kanagurta*), Kakap (*Lutjanus*

sp.), Tuna (*Thunnus spp*), Pari (*Dasyatis sp.*), Hiu (*Carcharias sp.*), Pari (*Himantura gerrardi*), Nila (*Oreochromis niloticus*), dan Patin (*Pangasius hypophthalmus*).

Bahan kimia yang digunakan untuk pengolahan gelatin ikan adalah asam, sehingga dihasilkan gelatin tipe A. Proses asam sesuai untuk bahan yang kolagennya lunak atau muda, sedangkan proses alkali cocok untuk bahan yang kolagennya memiliki struktur triple helik lebih tua dan ikatan silangnya lebih padat serta kompleks (Peranginangin, 2007).

Jenis asam yang digunakan antara lain; asam klorida (Irawan, dkk., 2013), asam asetat (Pranoto, *et al.*, 2011; Astawan dan Aviana, 2003; Indralaksmi, 2000; Julianto, dkk. 2011; Martianingsih, 2009), asam fosfat (Yusa, dkk., 2011), dan asam sitrat (Handoko, dkk., 2011; Irwandi, *et al.*, 2009; Dianti, 2008; Fatimah; 2008; Peranginangin, 2007; Fahrul, 2005).

Rendemen gelatin kulit ikan (Tabel 1) bervariasi dari 5,9 % - $67,82 \pm 6,2\%$, tergantung pada perlakuan pendahuluan, jenis ikan, jenis asam, suhu, dan waktu ekstraksi. Rendemen gelatin kulit ikan *Splendid Squid (Loligo formosana)* semakin meningkat dengan meningkatnya suhu ekstraksi pada kisaran suhu 50-80°C; yaitu mulai dari 8,8% - 45,3% (Nagarajan, *et al.*, 2012). Al-Saidi, *et al.*, (2010) juga melaporkan bahwa rendemen gelatin kulit ikan *Emperor* meningkat seiring peningkatan konsentrasi asam dan suhu ekstraksi.

Rendemen gelatin kulit babi antara 10,65% - 12,36% (Sompie, *et al.*, 2012), sedang kulit sapi antara 6,46% - 13,11% (Hasan, 2007). Informasi tentang rendemen penting untuk diketahui, karena berguna dalam perencanaan kebutuhan bahan baku dan untuk keperluan efisiensi prosesi industri gelatin (Julianto, dkk., 2011). Ternyata sebagian besar gelatin ikan memiliki rendemen yang dapat menyamai dan bahkan melebihi rendemen gelatin mamalia. Dengan demikian dari rendemen, gelatin ikan memiliki kemampuan menggantikan gelatin mamalia.

Tabel 1. Rendemen Gelatin Kulit Ikan

Kulit Ikan	Asam Untuk Proses	Rendemen (%)	Sumber Pustaka
Pari (<i>Himantura gerrardi</i>)	Phosfat Asetat Klorida	8,4 8,4	Yusa, dkk., 2011 Martianingsih & Atmaja 2009 Irawan, dkk., 2013
Pari (<i>Dasyatis sp.</i>)		13,86 – 22,67	
Kakap (<i>Lutjanus altifrontalis</i>)	Asetat	22,51 ± 1,32	Pranoto, <i>et al.</i> , 2011
Patin (<i>Pangasius hypophthalmus</i>)	Sitrat	9,36	Peranginangin, 2007
Patin (<i>Pangasius sp.</i>)	Sitrat	15,26 – 20,68	Dianti, 2008
Nila (<i>Oreochromis nilotica</i>)	Sitrat Asetat	13,69 29,76	Peranginangin, 2007 Julianto, dkk. 2011
Tuna (<i>Thunnus alalunga</i>)	Sitrat	14,6	Peranginangin, 2007
Tuna (<i>Thunnus spp</i>)	Sitrat Klorida	18,6 11,28	Fahrul, 2005 Irawan, dkk., 2013
Cucut (<i>Carcharias sp.</i>)	Asetat	8,9	Astawan, Aviana, 2003
Kembung (<i>Rastrelliger kanagurta</i>)	Sitrat, klorida, sulfat	67,82 ± 6,2	Irwandi, <i>et al.</i> , 2009

Secara komersial, gelatin ikan sudah dipasarkan, diproduksi oleh beberapa industri seperti; Lapi Gelatine, Norland, Nutra Food, Naumann Gelatin und Leim GmbH, Rousselot, Nitta, Geltech Co LTD., dan Jiangxi Cosen Biology Co., negara produsennya antara lain; Amerika Serikat, Italy, Jerman, Korea Selatan dan China.

SIFAT FISIK DAN KIMIA GELATIN

Warna, bau dan bentuk

Warna gelatin dipengaruhi oleh bahan baku (Ratnasari, *et al.* 2013), metoda pembuatan dan ekstraksi (Poppe, 1997), dan sangat terkait dengan species ikan (Pranoto, *et al.*, 2011). Gelatin yang bermutu tinggi biasanya tidak berwarna, sehingga aplikasinya lebih luas (Setiawati, 2009). Warna gelatin tidak berpengaruh terhadap sifat fungsional lainnya (Ratnasari, *et al.*, 2013), dan bukan merupakan sifat penting yang dinilai pada pemilihan gelatin, tetapi cukup berpengaruh terhadap subyektivitas seseorang (Astawan dan Aviana, 2003).

Gelatin ikan komersial untuk pangan, yang produksi Lapi Gelatin (2013) berwarna kuning muda.

Perbedaan jenis kulit berpengaruh terhadap derajat putih gelatin ikan. Derajat putih gelatin kulit ikan lele (60,3%) lebih tinggi dari gelatin kulit ikan kakap dan tengiri, (Aprilyani, dkk., 2013). Derajat putih gelatin ikan tuna (65,68%); lebih tinggi dari gelatin standar dan lebih rendah dari gelatin komersial (Fahrul, 2005).

Irwandi, *et al.* (2009) melaporkan bahwa gelatin kulit ikan kerapu berbau ikan sangat kuat, jehanak berbau ikan kuat dan kembung berbau ikan lemah, namun gelatin ikan komersial produksi Lapi Gelatin tidak berbau.

Sifat penting gelatin menurut Tavakolipour (2011) dan Jakhar, *et al.*, (2012) adalah tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, mudah larut, dan transparan.

Standard Nasional Indonesia (SNI) 06-3735 (1995) mensyaratkan gelatin, tidak berwarna, bau dan rasa normal, dapat diterima konsumen. British Standard (BS) 757 (1975), mensyaratkan warna gelatin kuning pucat. Dengan demikian warna dan bau gelatin ikan dapat memenuhi kedua standard tersebut.

Secara organoleptik, gelatin ikan bermutu lebih baik, karena memiliki kemampuan melepaskan aroma yang lebih baik dan memberi rasa yang lebih kuat. Hal ini menjadikan peluang lain bagi gelatin ikan untuk pengembangan produk (Choi and Regenstein, 2000).

Bentuk gelatin komersial dapat beragam antara lain; lembaran, serbuk, powder, dan granul. Gelatin ikan komersial ada yang berbentuk *granul-powder* (Lapi Gelatin, 2013).

Air, Abu, Protein, Lemak, dan pH

Beberapa peneliti melaporkan bahwa, kadar air, abu, protein, lemak, dan pH gelatin kulit ikan berbeda-beda. Kadar air gelatin kulit : ikan nila 8,69% (Rahayu, 2010), 5,06% (Julianto, dkk., 2011), dan 2,58% (Ratnasari, *et al.*, 2013); ikan patin

9,17 - 10,91% (Dianti, 2008) dan 9,15% (Peranginangin, 2007); ikan tuna 3,75 - 6,88% (Irawan, dkk., 2013) dan 10,27 - 10,68% (Pranoto, *et al.*, 2011); ikan pari 7,04-9,83% (Irawan, dkk., 2013); kakap merah 9,34- 9,91% (Pranoto, *et al.*, 2011); dan cucut 4,3 - 12,4% (Astawan dan Aviana, 2003).

Kadar abugelatin kulit: ikan nila 0,7% (Rahayu, 2010), 0,45% (Julianto, dkk., 2011), dan 0,17% (Ratnasari, *et al.*, 2013); ikan patin 0,32 - 0,39% (Dianti, 2008) dan 1,37% (Peranginangin, 2007); ikan tuna 3,55 - 5,12% (Irawan, dkk., 2013) dan 1,28 - 3,66% (Pranoto, *et al.*, 2011); ikan pari 4,34 - 6,9% (Irawan, dkk., 2013); kakap merah 2,88-4,02% (Pranoto, *et al.*, 2011); dan cucut 2,9 - 4,3% (Astawan dan Aviana, 2003).

Tingginya kadar abu gelatin ikan disebabkan masih adanya komponen mineral yang terikat pada kolagen, yang belum terlepas pada saat proses pencucian sehingga ikut terekstraksi dan terbawa pada gelatin yang dihasilkan (Astawan dan Aviana, 2003)

Kadar air gelatin ikan ternyata kesemuanya dapat memenuhi syarat SNI 06-3735-1995 dan BS 757 (1975), karena kisaran nilainya dibawah 16% dan 10-13%. Untuk kadar abu tidak semuanya memenuhi syarat SNI 06-3735-1995 dan BS 757 (1975), karena kisaran nilainya melebihi 3,25% dan 2,5%.

Kandungan protein, lemak, dan pH gelatin kulit ikan bervariasi, disajikan pada Tabel 2. Kadar protein gelatin ikan antara 82,53 - 90,44%, berada dibawah gelatin kulit sapi (90-95%) dan babi (89,18 - 91,22%). Kadar protein gelatin ikan belum semuanya menyamai gelatin ikan komersial. Pranoto, *et al.*, (2011) melaporkan bahwa kadar protein gelatin ikan berbeda-beda diantara species dan keadaan kulit ikan. Protein gelatin yang diekstrak dari kulit kering memiliki kecenderungan lebih besar bila dibandingkan dengan yang diekstrak dari kulit segar, dan menyamai kadar protein gelatin komersial dari kulit sapi.

Standar gelatin Tipe A untuk *food grade* adalah kadar air 8,0 - 15%, kadar abu 1,0-2,5%, kadar protein 84-90%, viscositas 1,5- 7,5 cp; kekuatan gel 50-300 bloom, dan pH 3,8-5,5 (Tavakolipour, 2011). Dengan demikian kadar air dan protein gelatin kulit ikan tersebut dapat memenuhi standar *food grade*, kecuali protein pada sebagian gelatin ikan nila. Kadar abusebagian gelatin ikan belum memenuhi standar *food grade* karena kadarnya melebihi 2,5%.

Tabel 2 . Protein, Lemak, dan pH Gelatin

Sumber Gelatin	% Protein	% Lemak	pH
Mamalia			
Babi ¹⁾	89,2 - 91,2	-	5,28
Sapi ²⁾	90 - 95	-	-
Kulit ikan			
Nila ³⁾	82,53	0,000	5,7
Nila ⁴⁾	89,16	-	7,4
Nila merah ⁵⁾	85,70	7,84	-
Nila ⁶⁾	87,57	0,13	5,84
Kakap merah ⁷⁾	86,95	1,58	-
Pari ⁸⁾	90,44	1,42	2,95
Tuna ⁸⁾	88,1	2,67	2,95
Cucut ⁹⁾	86,6	1,7	5,1
Patin ⁶⁾	88,69	0,31	6,7
Lele ¹⁰⁾	88,46	0,74	-
Komersial ¹¹⁾	> 85	< 1,0	4,5 - 6

Sumber pustaka : 1) Sompie, *et al.*, 2012; 2) Barbooti, *et al.*, 2008; 3) Ratnasari, *et al.*, 2012; 4) Rahayu, 2010; 5) Julianto, dkk., 2011; 6) Peranginangin, 2007; 7) Pranoto, *et al.*, 2011; 8) Irawan, dkk. 2013; 9) Astawan, 2003; 10) Ardekani, *et al.*, 2013; 11) Lapi Gelatin, 2013.

Kandungan lemak gelatin kulit ikan cukup rendah mulai dari tidak ditemukan sampai dengan 7,84%. Kandungan lemak gelatin tidak dipersyaratkan didalam SNI 06-3735-1995, BS 757 (1975), dan standar *food grade* gelatin untuk Tipe A (Tavakolipour, 2011).

Beberapa peneliti melaporkan bahwa pH gelatin; sapi 4,8 - 5,0 (Hermanto, 2013); tuna 5,2 (Fahrul, 2005); *kingfish* hitam 4,8 (Killekar, *et al.*, 2012); *pangas catfish* 5,8, dan *stripped snake head* 5,8 (Ratnasari, *et al.*, 2013). Derajat asam gelatin mamalia dan ikan ternyata bervariasi; tergantung pada jenis bahan dan proses pengolahan. Derajat asam/pH gelatin kulit ikan mas perak yang diproses secara asam 5,2, sedang yang diproses secara basa 7,1 (Tavakolipour, 2011). Dari

uraian tersebut ternyata derajat asam beberapa gelatin ikan mirip dengan gelatin mamalia, dan memenuhi standar *foodgrade gelatin Tipe A*, kecuali gelatin kulit ikan nila dan patin.

Komposisi Asam Amino Gelatin Kulit Ikan

Jumlah asam amino ; gelatin kulit sapi dan babi 15 macam, kandungan terbesar adalah glisine, kemudian proline, dan arginin (Hafidz, *et al.*, 2011); gelatin kulit ikan kembung 12 macam, kandungan terbesar glisine, kemudian proline dan alanine (Irwandi, *et al.*, 2009); gelatin kulit kakap merah segar 15 macam, kandungan terbesar glisine, kemudian glutamat, dan alanin (Pranoto, *et al.*, 2011); sedangkan gelatin kulit ikan nila 17 macam, kandungan terbesar glisine, kemudian proline, dan glutamat (Ratnasari, *et al.*, 2013). Komposisi asam amino gelatin mamalia dan ikan disajikan pada Tabel 3.

Jumlah asam amino gelatin ikan relatif sama dengan gelatin mamalia dan bahkan pada ikan nila lebih banyak. Komposisi asam amino gelatin sapi, babi dan ikan berbeda-beda, terutama glisine, proline dan arginin; namun kandungan glisine semuagelatin selalu lebih besar dibanding asam amino lainnya. Kandungan asam amino terkait erat dengan viskositas, kekuatan gel dan titik leleh gelatin.

Pranoto, *et al.* (2011) melaporkan bahwa viskositas, kekuatan gel dan titik lebur gelatin kulit ikan *brown stingray* lebih besar dari gelatin lainnya, karena kandungan glisinnya lebih tinggi. Glisin adalah asam amino utama dan merupakan sepertiga dari seluruh asam amino penyusun gelatin (Fahrul, 2005; Jaswir, 2007)

Analisa asam amino menunjukkan struktur molekul gelatin berbeda sesuai dengan komposisi asam aminonya. Komposisi asam amino tersebut mirip dengan kolagen induknya, sehingga dipengaruhi oleh spesies hewan dan tipe jaringannya (Hafidz, *et al.*, 2011).

Tabel 3. Komposisi Asam Amino Gelatin (residu per 1000 total asam amino)

Asam amino	Gelatin dari kulit				
	Babi	Sapi	Kembung	Nila	Kakap Merah
Alanin	80	33	75,43	64,7	93,3
Valin	26	10	15,68	13,44	21,0
Leusin	29	12	20,51	21,17	26,6
Isoleusin	12	7	8,48	7,53	14,0
Phenilalanin	27	10	17,28	15,72	20,0
Methionin	10	4	16,53	8,52	15,3
Prolin	151	63	88,36	98,6	-
Glisin	239	108	174,0	154,8	228,
serine	35	15	26,29	28,12	8
Treonine	26	10	21,21	8,42	22,5
Tyrosine	7	2	Trace	3,58	20,9
Aspartat	41	17	Trace	39,47	4,4
Glutamat	83	34	Trace	79,03	52,2
Lysin	27	11	31,10	28,06	94,1
Arginin	111	47	65,62	39,49	38,3
Histidine	nd	nd	Trace	7,42	76,9
Tryptopan	-	-	-	37,92	7,4

Keterangan : nd =not detected; 1) Hafidz, 2011; 2) Irwandi , 2009; 3) Ratnasari, *et al.*, 2013; 4) Pranoto, *et al.*, 2011.

Komposisi asam amino, distribusi berat molekul, dan juga rasio rantai α/β dalam gelatin mengatursifat fisik utama gelatin, yaitu kekuatan gel dan titik leleh (Karim and Bhat, 2009). Untuk aplikasi dibidang pangan, kekuatan gel, viskositas dan titik leleh merupakan sifat karakteristik gelatin yang paling penting (Choi and Regenstein, 2000).

Kekuatan Gel, Viskositas, dan Titik Leleh

Gelatin sangat mampu membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air untuk menjadi gel tiga dimensi yang stabil. Kebutuhan untuk mengevaluasi karakteristik gel telah dihasilkan konsep kekuatan gel yang dikenal sebagai nilai bloom (Killekar, *et al.*, 2012; Pranoto, 2009). Kemampuan pembentukan gel yang *termoreversibel* didalam air adalah sifat yang paling penting. Ketika larutan gelatin dengan konsentrasi lebih dari 0,5% didinginkan sampai 35 - 40° C, maka akan terjadi peningkatan viskositas, kemudian diikuti pembentukan gel. Kekuatan gel tergantung konsentrasi gelatin, faktor dari dalam (*intrinsic*), pH, suhu dan bahan tambahan (*additive*). Faktor *intrinsic* merupakan fungsi dari struktur dan berat

molekul (GMIA, 2012). Karakteristik gelatin yang meliputi, kekuatan gel, viskositas dan titik leleh disajikan pada Tabel 4.

Kekuatan gel gelatin ikan nila, tuna, dan *kingfish* hitam lebih besar dari gelatin kulit babi, tetapi kekuatan gel gelatin ikan tersebut berada pada kisaran gelatin kulit sapi. Kekuatan gel gelatin komersial berkisar antara 50 – 300 bloom gram (GMIA., 2012), sama dengan yang disyaratkan British Standard 757 (1975), kekuatan gel/bloom yang tinggi biasanya lebih disukai dan mudah diaplikasikan. Secara umum gelatin mamalia jauh lebih kuat dibanding gelatin ikan (Jaswir, 2007; Sanaei, *et al.*, 2013).

Tabel 4. Karakteristik Gelatin Mamalia dan Ikan

Para Meter	Gelatin Dari Kulit				
	Babi <i>Kingfish</i> hitam	Nila		Tuna sapi	
Kekuatan-gel (bloom)	134,8-143,1	191,2	218,6	222± 2	115-280
Viskositas (cP)	6,4-7,2	23,5	7,07	13,5± 1	5 – 18
Titik leleh (°C)	32,3 ¹⁾	25	25,33	22,1	29,7 ¹⁾
Sumber pustaka	Sompie 2012	Ratna sari 2013	Prano to 2011	Killek ar 2012	Hasan 2007

Keterangan: 1) Gudmundsson, 2002.

Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa beberapa jenis gelatin ikan memiliki kekuatan gel yang melebihi kekuatan gel gelatin babi, dan berada sedikit dibawah kekuatan gel gelatin kulit sapi yang paling tinggi, serta berada pada kisaran kekuatan gel gelatin komersial.

Viskositas gelatin merupakan sifat fisik terpenting kedua setelah kekuatan gel (Ratnasari, *et al.*, 2013; Killekar, *et al.*, 2012); gelatin yang berviskositas tinggi lebih disukai dan mahal (Pranoto, 2009). Viskositas berkaitan erat dengan berat molekul komponen yang mengakibatkan kekuatan kohesi antara molekul, juga dipengaruhi oleh komponen lain seperti abu dan lipida. Viskositas gelatin juga berhubungan dengan panjang rantai

polipeptida asam aminonya (Pranoto, *et al.*, 2011).

Viskositas gelatin ikan bervariasi, nilainya menyamai dan bahkan ada yang melebihi gelatin mamalia (Tabel 4). Viskositas yang paling rendah terdapat pada gelatin sapi yaitu 5 cp, dan yang paling tinggi pada gelatin ikan nila yaitu 23,5 cp. Sampai batas tertentu perilaku viskositas mencerminkan jenis spesies serta kondisi pengolahan. Proses pengolahan yang berlebih menghasilkan viskositas rendah. Viskositas akan menurun seiring dengan kenaikan temperatur dan meningkat *non - linear* dengan bertambahnya konsentrasi (Gudmundsson, 2002).

Titik leleh gelatin mamalia 29,7° – 32,3° C dan gelatin ikan 22,1° – 25,33°C. Gelatin ikan biasanya memiliki titik leleh lebih rendah dari pada gelatin sapi komersial (Pranoto, *et al.*, 2011) dan babi (Choi *and* Regenstein, 2000; Gudmundsson, 2002). Dengan demikian titik leleh gelatin ikan selalu lebih rendah dari gelatin mamalia, kecuali titik leleh gelatin ikan *pangas catfish* cukup tinggi yaitu 32° C (Ratnasari, *et al.*, 2013). Hal ini berarti titik leleh gelatin ikan *pangas catfish* mampu menyamai gelatin mamalia.

Perilaku *setting*, *gelling*, dan titik leleh, gelatin tergantung pada distribusi berat molekul dan komposisi asam amino, dimana bervariasi diantara spesies, karena perbedaan keadaan protein, kemampuan pembentukan gel, kondisi ekstraksi dan perlakuan. Peranginangin (2007) dan Ratnasari, *et al.* (2013) melaporkan berbeda untuk titik leleh gelatin kulit ikan nila yaitu 25° C dan 27,5° C. Gelatin dengan kadar asam amino tinggi akan memiliki titik leleh lebih tinggi (Pranoto, 2009).

Gelatin juga sering digunakan sebagai pengganti lemak, karena titik leburnya yang bisa berada dibawah suhu tubuh manusia, sehingga membuat gelatin dapat memberikan sensasi rasa dimulut yang lebih superior ketimbang pengganti lemak lainnya (Jaswir, 2007).

HAMBATAN PENGGUNAAN

Gelatin yang dapat dimakan adalah yang bebas dari logam berat dan secara estetika cocok untuk dimakan (Norland, 2014). Pada industri pangan, ge latin digunakan untuk meningkatkan konsistensi, elastisitas, dan stabilitas makanan; selengkapnya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Fungsi Gelatin Pada Makanan^{*)}

Fungsi	Digunakan pada
- Pembentuk gel	-Desserts, daging, permen, <i>pate, consomme, aspics.</i>
- Pembentuk busa	-Marshmallows, <i>nougats, mousses, souffles</i> , krim busa.
- Pelindung koloid	-Permen, lapisan gula, es krim, <i>desserts dan</i> permen beku.
- Pengikat	-Daging giling, daging kaleng , permen, keju, produk susu.
- Penjernih	-Beer, wine, fruit juice, vinegar
- Pembentuk film	-Pelapis buah, daging, <i>deli item</i>
- Pengental	- Campuran bubuk minuman, kaldu, <i>gravies</i> , saus, soup, puding, jelli, sirups, susu.
- Batuan proses	- Microencapsulation warna, <i>flavors</i> , minyak, vitamins.
- Emulsifier	- Krim soup, saus, <i>flavoring</i> , daging pasta, krim busa, permen, produk susu.
- Stabilizer	- Krim Keju, chocolate milk, yogurt, lapisan gula, pengisi krim, dessert beku.
- Agent perekat	-Mengikat antara lapisan permen, mengikat <i>frostings</i> , mengikat bumbu produk daging.

^{*)} Sumber : GMIA (2012) hal 15.

Penggunaan gelatin di bidang pangan seperti yang dilaporkan oleh beberapa peneliti dapat meningkatkan kualitas produk. Kualitas permen jelly terbaik adalah yang ditambah gelatin tulang ikan nila merah sebanyak 10% (Maryani, 2010) atau gelatin ikan kakap sebesar 8% (Peranginangin, 2007). Kualitas pasta ikan tunul terbaik adalah yang ditambah gelatin lele, kemudian kakap, tenggiri, dan terendah yang tanpa gelatin (Aprilyani, dkk. 2013).

Penambahan gelatin kulit ikan kakap 0,6% dapat menstabilkan es krim, sedangkan penambahan gelatin kulit ikan kaci-kaci 4% sebagai *binder* pada sirup

menghasilkan produk paling disukai (Peranginangin, 2007).

Beberapa hal yang menjadi hambatan penggunaan gelatin ikan pada industri pangan antara lain; beragamnya jenis spesies ikan yang berujung pada perbedaan *intrinsic* molekul kolagen kulit ikan. Kolagen kulit ikan sangat rentan terhadap *degradasi*, karena kandungan ikatan silang rantai inter-intra yang tidak dapat dikurangi rendah (Irwandi, *et al.*, 2009). Keadaan ini menjadikan karakteristik gelatin kulit ikan beragam sesuai dengan kandungan kolagen *intrinsic* nya. Oleh karena itu penggunaan dibidang pangan perlu mempertimbangkan karakteristik *innate* gelatin ikan dengan keperluan spesifik untuk aplikasinya (Pranoto, 2009).

Karakteristik paling penting dari gelatin untuk aplikasi dibidang pangan adalah kekuatan gel, viskositas dan titik leleh. Biasanya karakteristik gelatin ikan lebih rendah dari gelatin babi dan sapi (Choi and Regenstein, 2000). Beberapa peneliti melaporkan bahwa terdapat beberapa gelatin ikan yang kekuatan gel dan viskositasnya dapat sebanding dengan gelatin sapi dan babi, namun titik lelehnya selalu lebih rendah. Keadaan ini mengindikasikan bahwa gelatin ikan belum sepenuhnya mampu menggantikan peran gelatin mamalia sebagai gelatin pangan.

Rendahnya jumlah produksi gelatin ikan dunia dan ditambah beragamnya karakteristik, merupakan hambatan tersendiri untuk aplikasi gelatin ikan pada industri pangan. Karakteristik berpengaruh pada kesesuaian penggunaannya. Oleh karena itu penggunaan gelatin ikan dari jenis yang berbeda pada produk sesuai yang sama, diperlukan penelitian terlebih dahulu agar diperoleh mutu produk yang seragam. Penelitian sebaiknya tidak hanya sebatas pada skala laboratorium, tetapi juga sampai pada skala pilot.

Untuk memperbaiki sifat gelatin ikan dapat dilakukan melalui ikatan silang secara enzimatis menggunakan enzim seperti *transglutaminase* atau *tyrosinase*; membuat campuran sistem gel pada

gelatin ikan dengan *hidrokoloid* tanaman yang sesuai sehingga menghasilkan kekuatan gel, *gelling* dan titik leleh yang lebih tinggi; dan memanipulasi karakteristik gelatin dengan penambahan *solute* (Karim and Bhat, 2009).

Apabila industri pengolahan ikan Indonesia, dapat memanfaatkan limbahnya untuk produksi gelatin, maka akan diperoleh beberapa keuntungan; antara lain dapat meminimalisir dan mengatasi limbah, membuka lapangan kerja dan usaha baru, meningkatkan nilai tambah, mengurangi impor, dan memenuhi sebagian kebutuhan gelatin pangan dalam negeri.

KESIMPULAN

Mayoritas gelatin di pasaran dunia diproses dari kulit dan tulang sapi serta babi. Sebanyak 55%-70%% dari total produksi gelatin dunia digunakan di industri pangan.

Rendemen gelatin ikan bervariasi sesuai dengan spesies dan proses produksinya, sebagian besar mampu menyamai bahkan melebihi gelatin mamalia.

Protein gelatin kulit ikan bervariasi dan lebih rendah dari mamalia. Jenis asam amino gelatin ikan mirip dengan gelatin mamalia, namun komposisinya berbeda-beda terutama glisine, proline dan arginin.

Titik leleh gelatin ikan lebih rendah, beberapa jenis diantaranya memiliki kekuatan gel dan viskositas yang mampu menyamai dan bahkan melebihi kekuatan gel gelatin mamalia.

Gelatin ikan secara spesifik mampu menggantikan peran gelatin mamalia untuk aplikasi dibidang pangan, setelah mempertimbangkan karakteristik *innatenya* dengan kesesuaian produk pangan.

DAFTAR PUSTAKA

Antara News, 2010. Produksi Perikanan Indonesia 10 Juta Ton. Minggu 13 Juni 2010. www.antaraneews.com/berita/207635/produksi-perikanan-indo

[nesia-10-juta-ton](#)(Diakses 09 - 01-2014).

- Al-Saidi, G., Rahman, M.S., Al-Alawi, A., and Guizani, N. 2010. "Thermal Characteristic of Gelatin Extracted from Emperor (Shaari) Skin : Effect of Acid Concentration and Temperature of Extraction". *XVIIth World Congress of the International Commision of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR)*. Quebeccity, Canada, June 13-17, 2010.
- Aprilyani, I.H., Darmanto, Y.S., dan Riyadi, P.H., 2013. "Aplikasi Penambahan Gelatin Dari Berbagai Kulit Ikan Terhadap Kualitas Pasta Ikan Tunul (*Sphyaena picuda*)". *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. Vol.2. No.3. tahun 2013, hal 11-20.
- Ardekani, V.S., Mahmoodani, F., SEE S.F., Yusop, S.M., and Babji, A.S. 2013. "Processing Optimazion and Characterization of Gelatin From Catfish (*Clarias gariepinus*) Skin". *Sains Malaysiana* 42 (12) (2013) : 1697 – 1705.
- Astawan, M. dan Aviana, T., 2003. "Pengaruh Jenis Larutan Perendam serta Metode Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Fungsional Gelatin Dari Kulit Cucut". *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol. XIV No.1 Tahun 2003. Hal 7-13.
- Barbooti, MM., Raouf, SR., and Al-Hamdani, FHK. 2008. "Optimization of Production of Food Grade Gelatine from Bovine Hide wastes". *Journal Eng & Tech*, Vol 26, No.2, 2008, pp 240-253.
- Bower, C.K., Avena-Bustillos, R.J., Olsen, C.W., McHugh, T.H., and Bechtel , P.J., 2006. "Characterization of Fish Skin Gelatin Gels and Films Containing the Antimicrobial Enzyme Lysozyme". *Journal Of Food Science* Vol 71. Nr.5. 2006. Page M141-M145.
- British Standard Institution, 1975. *Methods for sampling and testing gelatin*.

- London, UK : British Standard Institution, Gr 8.p. BS757.
- Choi, S.S., and Regenstein, J.M., 2000. "Physicochemical and Sensory Characteristic of Fish Gelatin". *Journal of Food Science*, Vol 65, No. 2, page 194-199.
- Dianti M., 2008. *Pemanfaatan Gelatin Dari Kulit Ikan Patin (Pangasius sp) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Edible Film*. Skripsi, PS. Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, IPB. Bogor.
- Fahrul. 2005. *Kajian Ekstraksi Gelatin Dari Kulit Ikan Tuna (Thunnus alalunga) Dan Karakteristiknya Sebagai Bahan Baku Industri Farmasi*, Thesis, Pascasarjana, IPB, Bogor.
- Fatimah D. dan Jannah A., 2008. *Efektivitas Penggunaan Asam Sitrat Dalam Pembuatan Gelatin Tulang Ikan Bandeng (Chanos-Chanos forskal)*. Laporan Penelitian, Jurusan Kimia Fakultas Sain dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- GMIA. 2012 . *Gelatin Handbook*. Gelatine Manufacturers Institute of America. [http://www.gelatingmia.com/images/GMIA_Gelatin_Manual_2012 .pdf](http://www.gelatingmia.com/images/GMIA_Gelatin_Manual_2012.pdf) (Diakses 17-06-2013)
- Gudmundsson, M. 2002. "Rheological properties of fish gelatins". *Journal of Food Science*. 67(6): 2172-2176.
- Hafidz, Raja Mohd, RN., Yaakob, CM., Amin, I., and Noorfaizan, A., 2011. "Chemical and functional properties of bovine and porcine skin gelatine". *International Food Research Journal* 18: 813-817 (2011)
- Halal Guide, 2010. *Gelatin halal, Gelatin Haram*. [http : // www.halalguide.info / 2010/02/02/ gelatin_halal_gelatin_haram/](http://www.halalguide.info/2010/02/02/gelatin_halal_gelatin_haram/) (Diakses 02-01-2014).
- Handoko,T.,Rusli,S.O. dan Sandi, I., 2011. "Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Asam, Temperatur, dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Fish Glue Dari Limbah Ikan Tenggiri". *Reaktor*, Vol. 13. No.4, 237 – 241.
- Hasan, 2007. *Studi Ekstraksi Pada Proses Pembuatan Gelatin Tipe B dari Kulit Sapi*. Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Haugh, I.J., Draget, K.I., and Smidsrod, O. 2004. "Physical and Rheological Properties of Fish Gelatine Compared to Mamalian gelatin". *Food Hydrocolloids* 18(2): 203-213.
- Hermanto,S., Sumarlin, LO., and Fatimah, W. 2013. "Differentiation of Bovine and Procine Gelatin Based on Spectroscopis and Electrophoretic Analysis". *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences. J.Food Pharm.Sci.* 1(2013)68-73.
- Indralaksmi, O., 2000. *Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Fisik Gelatin Dari Kulit dan Tulang Ikan Cucut*. Skripsi,Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Irawan, D.M., Kristiana, I., dan Aditia, M.A.S., 2013. *Studi Perbandingan Kualitas Gelatin dari Limbah Kulit Ikan Tuna (Thunnus spp.), Kulit Ikan Pari (Dasyatis sp.), dan Tulang Ikan Hiu (Carcarias sp.) Sebagai Alternatif Penyedia Gelatin Halal*. PS Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, UBM, Malang.
- Irwandi, J., Faridayanti, S., Mohamed, E.S.M., Hamzah, M.S., Torla, H.H., and Che Man, Y.B., 2009. "Extraction and Characterization of Gelatin From Difference Marine Fish Species in Malaysia". *International Food Research Journal* 16: 381-389.
- Jakhar, J.K., Reddy, A.D., Maharia ,S., Devi, H.M., Reddy, V.S., and Venkateshwarlu, 2012. "Characterization of Fish Gelatin from Black-spotted Croaker (*Protonibea diacanthus*)". *Scholars Research Library. Archives of Applied Science Research*, 2012, 4(3):1353-1358. [http://scholarsre .searchlibrary.com/archive.html](http://scholarsre.searchlibrary.com/archive.html). (Diakses 28 - 01 - 2014).
- Jaswir, I. 2007. *Memahami Gelatin*. Artikel Iptek. <http://www.beritaiptek.com> (Diakses 17 - 07 – 2012).
- Julianto, G.E., Ustadi, dan Husni, A. 2011. "Karakterisasi Edible Film dari Gelatin

- Kulit Ikan Nila Merah Dengan Penambahan Plasticizer Sorbitol dan Asam Palmintat". *Jurnal Perikanan (J.Fish.Sci) XIII(1):27-34*.
- Kaewodom, P., Benjakul, S., and Kijroongrojana, K., 2012. "Effect of Bovine and Fish Gelatine in Combination with Microbial Transglutaminase on Gel Properties of Threadfin Bream Surimi". *International Aquatic Research, a SpringerOpen Journal*. www.intaquarest.com/content/4/1/12 (Diakses 07-10-2013).
- Karim, A.A., and Bhat, R., 2009. "Fish Gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatin". *Food Hydrocolloids*, 23, 563-576.
- Killekar, V.C., Koli, J.M., Sharangdhar, S.T., and Metar, S.Y. 2012. "Functional Properties Of Gelatin Extracted From Skin Of Black Kingfish (Ranchycentron canadus)". *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences ISSN: 2231-6345 2012 Vol 2 (3) July-September, pp.106-116*. Online International Journal Available at <http://www.cibtech.org/jls.htm> (Diakses 11-03-2014).
- Lapi Gelatin. 2013. *Technical Data Sheet. Product: Fish Edible Gelatine 100 - 280 Blom*. Lapi code : GALF10-28. <http://www.lapigelatine.com> (Diakses 20-01-2014).
- Li, Rq., Liao, Xp., He, Q., dan Shi, B., 2013. *A collagen-Based Flocculant Prepared From Solid Leather waste. XXXII. Congress of IULTCS, May 29th - 31th Istanbul/TURKEY*.
- Mariod, A.A., and Adam, H.F., 2013. "Review: gelatin, source, extraction, and industrial application". *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 12(2), 135 - 147.
- Martianingsih, N. Dan Atmaja, L. 2010. "Analisis Sifat Kimia, Fisika dan Thermal Gelatin Dari Ekstraksi Kulit Ikan Pari (Himantura gerrardi) Melalui Variasi Jenis Larutan Asam". *Prosiding Skripsi Semester Gasal 2009/2010. Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, ITS. Surabaya*.
- Maryani, Surti, T., dan Ibrahim, R., 2010. "Aplikasi Gelatin Tulang Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) Terhadap Mutu Permen Jelly". *Jurnal Saintek Perikanan Vol 6, No.1, 62-70*.
- Nagarajan, M., Benjakul, S., Prodpran, T., Songtipya, P., & Kishimura, H. 2012. "Characteristic and Functional Properties of Gelatin From *Splendid Squid (Loligo formosana)* Skin as Affected By Extraction Temperature". *Food Hydrocolloids 29(2012) 389 - 397*.
- Norland Products, 2014. *Fish Gelatin*. Available from <http://www.norlandprod.com/techrpts/fishgelrpt.html> (Diakses 07-01-2014).
- Peranginangin, R., 2007. *Teknologi Ekstraksi Gelatin Secara Asam dari Kulit Ikan Sebagai bahan Pangan dan Farmasi*. Simposium Nasional Riset Kelautan dan Perikanan. Bidakara 7 Agustus 2007, Jakarta.
- Poppe, J. 1997. Gelatin. In: Imeson A (eds), *Thickening and Gelling Agent For Food*. Blackie Academics and Professional. London.
- Pranoto, Y., 2009. "Pemanfaatan Gelatin Ikan Dalam Industri Pangan". *Food Review Indonesia, edisi Agustus 2009, hal 16 - 20*.
- Pranoto, Y., Marseno, D.W., and Rahmawati, H., 2011. "Characteristic of Gelatin Extracted From Fresh and Sun dried Seawater Fish Skins in Indonesia". *International Food Research Journal 18(4): 1335-1341(2011)*.
- Rahayu, T. 2010. *Pengaruh Lama Ekstraksi Terhadap Rendemen dan Karakteristik Gelatin Ikan Nila*. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Unpad. Bandung.
- Ratnasari, I., Yuwono, S.S., Nursyam, H., and Widjanarko, S.B. 2013. "Extraction and Characterization of Gelatin From Difference Fresh Water Fishes as Alternative Sources of

- Gelatin". *International Food Research Journal* 20(6): 3085-3091 (2013).
- Sakaguchi, M., Toda, M., Ebihara, T., Irie, S., Hori, H., Imai, A., Yanagida, M., Miyazawa, H., Ohsuna, H., Ikezawa, Z., & Inouye, S., 2000. "IgE antibody to fish gelatin (type I collagen) in patients with fish allergy". *Journal of Allergy and clinical Immunology* 106(3): 579-584.
- Sanaei, A.V., Mahmoodani, F., See, S.F., Yusop, S.M., and Babji, A.S. 2013. "Optimization of gelatin extraction and physico - chemical properties of catfish (*Clarias gariepinus*) bone gelatin". *International Food Research Journal* 20(1): 423-430.
- Setiawati, I.H. 2009. *Karakterisasi Mutu Fisika Kimia Gelatin Kulit Ikan Kakap Merah (Lutjanus sp). Hasil Proses Perlakuan Asam*. Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Shadily H., 1983. *Ensiklopedi Indonesia*, Jilid 4. Ichtiar Baru-Van Hoeve, Jakarta. Hal. 2096.
- Sompie, M., Triatmojo, S., Pertiwiningrum, A., and Pranoto, Y., 2012. "The Effects Of Animal Age And Acetic Acid Concentration On Gelatin Pigskin". *Journal Of The Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 37(3) September 2012. Hal 176-182. [www.jppt.undip.ac.id/pdf/37\(3\)2012p176-182.pdf](http://www.jppt.undip.ac.id/pdf/37(3)2012p176-182.pdf)(Diakses 22- 01-2014).
- Standard Nasional Indonesia. SNI 06-3735-1995. *Mutu dan Cara Uji Gelatin*. DSN. Jakarta.
- Tavakolipour, H. 2011. "Extraction and Evaluation of Gelatin From Silver Carp Waste". *World Journal of Fish and Marine Sciences* 3 (1) : 10 – 15, ISSN 2078 – 4589. © IDOSI Publication 2011.
- UU_RI. Undang Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2012 tentang Pangan. www.tanamanpangan.dep.tan.go.id/docPengumuman/UUPangan.No.18.pdf (Diakses 07-01-2014).
- Yusa, A.T., Najib, M., dan Atmaja, L., 2011. "Analisis Kuat Tarik Film Gelatin Kulit Ikan Pari (*Himantura gerrardi*)-Khitosan". *Prosiding Tugas akhir Semester Genap 2010/2011*, FMIPA ITS. Surabaya.