

**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA GELATIN KULIT KAKAP  
PADA HASIL EKSTRAKSI SUHU YANG BERBEDA**

Annisa Dian Islami, Junianto, dan Rita Rostika  
Universitas Padjadjaran

**Abstrak**

Penelitian ini dilaksanakan untuk menentukan suhu yang tepat dalam proses ekstraksi gelatin dari kulit kakap. Penelitian ini menggunakan metode ekperimental dengan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari tiga perlakuan, yaitu suhu ekstraksi 60°C (A), 70°C (B), dan 80°C (C) yang diekstraksi selama 2 jam untuk perhitungan rendemen, sedangkan metode deskriptif untuk karakteristik gelatin yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, dan viskositas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gelatin dengan suhu ekstraksi 80°C menghasilkan rata-rata rendemen 5,51%, kadar air 3,87%, kadar abu 0,61%, kadar protein 90,32%, dan viskositas 26,00 cP.

**Kata kunci :** Gelatin, karakteristik, kulit kakap, suhu ekstraksi.

## PENDAHULUAN

Gelatin merupakan istilah yang diterapkan untuk satu set makanan protein yang diperoleh melalui hidrolisis kolagen yang terkandung dalam tulang dan kulit hewan. Gelatin adalah biopolimer yang memiliki berat molekul tinggi yang diperoleh melalui hidrolisis parsial kolagen (Mohtar, Perera, & Quek, 2010). Gelatin memiliki fungsi yang berbeda, seperti kapasitas mengikat air, pembentuk film, kemampuan pengemulsi dan membuat busa, membuatnya menjadi bahan serbaguna dalam makanan, farmasi, fotografi dan industri kosmetik (Gomez- Guillen, Gimenez, Lopez-Caballero, & Montero, 2011).

Gelatin ikan, telah memberikan perhatian lebih sebagai alternatif gelatin hewan darat karena kendala ras. Yahudi dan Islam melarang konsumsi produk yang terkait dengan daging babi, sementara umat Hindu tidak mengkonsumsi produk yang terkait dengan sapi sapi (Karim & Bhat, 2009). Selain itu, ada kekhawatiran bahwa jaringan kolagen dan gelatin dari hewan darat mampu mentransmisikan vektor patogen seperti prion (Wilesmith, Ryan, & Atkinson, 1991). Oleh karena itu, gelatin ikan telah memperoleh peningkatan sebagai alternatif potensial dari hewan darat. Karena banyaknya kulit, sirip, tulang, dll, yang merupakan produk sampingan dari industri pengolahan ikan, maka sumber daya tersebut dapat dimanfaatkan untuk produksi gelatin (Ahmad & Benjakul, 2011; Gomez-Guillen et al, 2002;. Muyonga, Cole, & Duodu, 2004a).

Pada tahun 2014 total produksi ikan kakap di Indonesia menurut FAO (2014) mencapai 129.700 ton. Ikan kakap 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 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) (Trilaksana 2012).

Sifat-sifat gelatin sangat dipengaruhi oleh spesies atau jaringan darimana gelatin

diekstrak, dan dengan proses ekstraksi yang mungkin tergantung pada pH, suhu, dan waktu selama perlakuan awal dan proses ekstraksi (Gomez-Guillen & Montero, 2001). Ekstraksi ini juga mempengaruhi terbentuknya panjang rantai polipeptida, dan juga sifat fungsional gelatin (Kolodziejska, Skierka, Sadowska, Kołodziejcki, & Niecikowska, 2008). Peningkatan suhu ekstraksi mungkin merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan hasil. Namun, sifat fungsional dapat terpengaruh secara berbeda (Nagarajan et al 2012). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari suhu ekstraksi pada karakteristik fisika dan kimia gelatin yang diekstraksi dari kulit kakap.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan selama penelitian antara lain: kulit ikan kakap, asam asetat 1%, asam sulfat pekat ( $H_2SO_4$ ), NaOH 30%, asam borat ( $H_3BO_3$ ) pekat, aquades,  $CuSO_4$ ,  $K_2SO_4$ , asam klorida (HCl), larutan indikator metil merah dan metilen biru. Alat-alat yang digunakan selama penelitian antara lain: pisau, timbangan *digital*, neraca analitik, *freezer*, baskom plastik, kertas lakmus, *beaker glass*, *waterbath*, *thermometer*, saringan plastik, kertas saring, corong, evaporator, oven, cawan alumunium, plastik, grinder, penjepit cawan, dll.

### Metode Penelitian

Bahan baku kulit ikan kakap dibersihkan dari sisa-sisa daging dan lemak serta sisik yang menempel (*degreasing*) yaitu dengan cara direndam dalam air bersuhu 60-70°C selama 1-2 menit sambil diaduk-aduk kemudian dikerok sisiknya. Selanjutnya ditiriskan dan dipotong kecil-kecil (3-5 cm) untuk memperluas permukaan (Peludkk, 1998). Bahan baku kemudian direndam dalam larutan asam asetat 1% dalam wadah plastik tahan asam selama 12 jam dengan perbandingan 1:4. Setelah itu dicuci dengan menggunakan air suling sampai pH nya netral (6-7) (Astawan dkk, 2002). Potongan kulit yang telah dicuci dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan aquades dengan perbandingan kulit hasil hidrolisis dengan aquades sebesar 1:3 (b/b). Setelah itu diekstraksi dalam *waterbath* pada suhu 60 °C, 70 °C 80 °C selama 2 jam, kemudian disaring dengan kertas saring

*whatman*. Cairan gelatin yang diperoleh kemudian dituang ke dalam wadah karet tahan panas untuk dikeringkan dalam oven pada suhu 50° C selama 24 jam, setelah kering kemudian digiling (Modifikasi dari Junianto 2006).

### Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu suhu pemanasan ekstraksi gelatin 60°C, 70°C, 80°C dengan lima kali ulangan. Data mengenai rendemen gelatin yang diperoleh dianalisis secara statistik parametrik menggunakan analisis sidik ragam dengan uji F. Jika terdapat pengaruh yang signifikan, maka akan diteruskan dengan uji jarak berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 95% (Gomez and A. Gomez 1984). Sedangkan data mengenai karakteristik gelatin yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, dan viskositas dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan dengan gelatin SNI, gelatin standar dan gelatin komersial.

### Pengamatan

#### Rendemen AOAC (1995)

Rendemen diperoleh dari perbandingan antara berat tepung kering gelatin yang dihasilkan dengan berat bahan segar (kulit yang telah dicuci bersih). Besarnya rendemen dapat diperoleh dengan rumus :

$$\text{Rendemen (100\%)} = \frac{\text{berat bahan kering gelatin}}{\text{berat bahan segar}} \times 100\%$$

#### Kadar Air (AOAC 1995)

Prosedur penentuan kadar air dilakukan dengan cara menimbang 1-2 g contoh dan diletakkan dalam cawan kosong yang sudah ditimbang beratnya, cawan serta tutupnya sebelumnya sudah dikeringkan di dalam oven serta didinginkan di dalam desikator. Cawan yang berisi contoh kemudian ditutup dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100-105 °C selama 3-5 jam. Cawan tersebut lalu didinginkan di dalam desikator dan setelah dingin cawan ditimbang. Kadar air dapat ditimbang dengan rumus :

$$\text{Kadar Air} = \frac{W1-W2}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Keterangan :

W1 = berat (sampel + cawan) sebelum dikeringkan

W2 = berat (sampel + cawan) setelah dikeringkan

#### Kadar Abu (AOAC 1995)

Prosedur penentuan kadar abu dilakukan dengan cara menimbang sebanyak 3 g contoh dan dimasukkan ke dalam cawan pengabuan yang telah ditimbang dan dibakar di dalam tanur dengan suhu 550-600 °C serta didinginkan dalam desikator. Cawan yang berisi contoh dimasukkan ke dalam tanur pengabuan dan dibakar sampai didapat abu yang berwarna keabu-abuan. Cawan yang berisi abu tersebut didinginkan dalam desikator dan kemudian ditimbang. Kadar abu dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{Berat Abu}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

#### Kadar Protein (AOAC 1995)

Sampel gelatin ditimbang sebanyak 0,5 g dan dimasukkan dalam labu kjedahl 100 ml, lalu ditambahkan 5g garam kjedahl sebagai katalis yang berupa campuran CuSO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan 10 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Larutan sampel didestruksi dengan pemanas/alat digestion system sampai cairan berwarna jernih, lalu larutan diangkat dan didinginkan. Larutan sampel dipindahkan dari labu kjedahl ke dalam labu takar 50 ml dan ditambahkan sedikit aquadest.

Larutan sampel dipindahkan ke dalam alat destilasi sebanyak 5 ml, lalu ditambahkan 10 ml NaOH 30% lalu didestilasi. Hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer berisi 1 ml H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 3% dan 2 tetes indikator metil merah dan metil biru. Destilasi dilakukan sampai tertampung 75 ml destilat (larutan hasil destilasi). Titrasi destilat kemudian dititrasi dengan HCl 0,1 N.

$$\% N = \frac{50/5 \times \text{ml HCl} \times 14 \times N \text{ HCl}}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Protein} = \% N \times \text{Faktor Konversi}$$

Faktor konversi untuk gelatin = 5,5

**Viskositas (British Standard 757 1975)**

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/b) disiapkan dengan aquades (7,5 g gelatin ditambah 105 ml aquades) kemudian larutan diukur viskositasnya dengan menggunakan alat Brookfield Syncro-Lectric Viscometer. Pengukuran dilakukan pada suhu 60°C. Hasil pengukuran dikalikan dengan faktor konversi dan dinyatakan dalam satuan *centipoise* (cP).

**HASIL DAN PEMBAHASAN****Rendemen**

Rendemen merupakan salah satu sifat penting dalam pembuatan gelatin. Rendemen menunjukkan efisiensi dan efektifitas proses ekstraksi nilai rendemen dihitung dengan cara membandingkan berat gelatin kering yang diperoleh terhadap berat bahan baku. Semakin besar rendemen yang didapat maka semakin efisien perlakuan yang diterapkan, dengan tidak mengesampingkan sifat-sifat yang lainnya (Juliharman 1997). Rendemen gelatin kulit ikan kakap dapat dilihat pada Tabel 1.

Rendemen gelatin kulit ikan kakap berkisar antara 4,56%-5,51%. Pada penelitian ini perlakuan yang menghasilkan rendemen tinggi ialah perlakuan dengan suhu ekstraksi 80°C yaitu rata-rata sebesar 5,51%. Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu ekstraksi tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) pada taraf 95% terhadap rendemen yang dihasilkan. Hal ini berarti menunjukkan bahwa suhu ekstraksi tidak mempengaruhi rendemen yang diperoleh.

Berdasarkan data yang diperlihatkan pada Tabel 1, nilai rendemen gelatin memiliki kecenderungan naik dengan peningkatan suhu ekstraksi. Dengan kata lain, semakin meningkat suhu ekstraksi, semakin tinggi pula rendemen gelatin yang dihasilkan. Ockerman dan Hansen (2000) menyatakan bahwa suhu ekstraksi yang tinggi akan meningkatkan rendemen karena struktur kolagen terbuka akibat beberapa ikatan dalam molekul proteinnya terlepas. Taufik (2011) menyatakan bahwa suhu yang tinggi membantu memecah ikatan hidrogen dalam gel yang terhidrolisis. Banyaknya gel ikatan hidrogen yang terpecah

akan memudahkan larutnya kolagen dalam air panas sehingga gelatin yang dihasilkan lebih banyak.

**Kadar Air**

Air merupakan kandungan penting dalam suatu bahan pangan. Air dapat mempengaruhi penurunan mutu makanan secara kimia dan mikrobiologis (deMan 1997). Air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur dan cita rasa bahan makanan. Sebagian besar perubahan bahan makanan terjadi dalam media air, baik yang ditambahkan maupun yang berasal dari bahan itu sendiri (Winarno 1991). Data hasil pengukuran kadar air gelatin kulit ikan kakap dapat dilihat pada Tabel 2.

Rata-rata kadar air gelatin kulit ikan kakap yang dihasilkan berdasarkan hasil penelitian ini berkisar antara 3,87%-6,14%. Kadar air maksimum untuk gelatin standar adalah 11,45%, gelatin komersial sebesar 12,21% sedangkan untuk standar mutu gelatin menurut SNI No. 06-3735-1995 untuk kadar air yaitu maksimum 16%. Rata-rata kadar air gelatin kulit ikan kakap pada penelitian ini sesuai dengan ketentuan gelatin standar, gelatin komersial, maupun SNI karena nilainya lebih rendah. Semakin rendah kadar air gelatin, maka kualitasnya semakin baik (SNI 1995). Kadar air gelatin sangat berpengaruh terhadap daya simpannya, karena erat kaitannya dengan aktivitas metabolisme yang terjadi selama gelatin tersebut disimpan (Wiratmaja, 2006).

Tabel 2 menunjukkan nilai kadar air cenderung menurun dengan semakin meningkatnya suhu ekstraksi. Menurunnya kadar air gelatin akibat suhu ekstraksi yang tinggi disebabkan karena proses denaturasi yang terjadi akan mengakibatkan perubahan molekul dan jumlah air yang terikat menjadi lebih lemah dan menurun (Soeparno 2005). Struktur kolagen yang terbuka dan lemah menghasilkan gelatin dengan struktur yang lemah sehingga daya mengikat air pada gelatin kurang kuat. Daya ikat air yang lemah akan membuat air mudah menguap pada saat pengeringan gelatin dan kadar air gelatin kering menjadi lebih rendah (Astawan et al. 2002).

**Tabel 1. Rendemen Gelatin Kulit Ikan Kakap**

Pengamatan	Gelatin Kulit Ikan Kakap		
	A(60°C)	B(70°C)	C(80°C)
Rendemen (%)	4,56	5,16	5,51

**Tabel 2. Data Proksimat Gelatin Kulit Ikan Kakap**

Pengamatan	SNI	Gelatin Standar	Gelatin Komersial	Gelatin Kulit Ikan Kakap		
				A(60°C)	B(70°C)	C(80°C)
Kadar Air (%)	16	11,45	12,21	6,14	5,83	3,87
Kadar Abu (%)	3,25	0,52	1,66	1,15	0,83	0,61
Kadar Protein (%)	-	87,26	85,99	91,64	91,04	90,32

**Kadar Abu**

Abu merupakan zat anorganik yang tidak ikut terbakar pada saat proses pembakaran zat organik (Lestari 2005). Kadar abu suatu bahan menunjukkan kuantitas keberadaan mineral dalam bahan tersebut. Sudarmadji *et al* (1997) menyatakan bahwa mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat merupakan dua macam garam yaitu garam organik dan dan garam anorganik. Zat yang tergolong ke dalam jenis abu meliputi natrium, klor, fosfor, magnesium, dan sulfur. Abu yang terbentuk berwarna putih keabuan dengan partikel halus dan sangat mudah larut dalam air. Data hasil pengukuran kadar abu gelatin kulit ikan kakap dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengukuran kadar abu gelatin kulit ikan kakap pada penelitian ini berkisar antara 0,61%-1,15%. Rata-rata kadar abu gelatin kulit ikan kakap lebih besar dari ketentuan gelatin standar yaitu sebesar 0,52% tetapi masih memenuhi ketentuan gelatin komersial yaitu sebesar 1,66% dan SNI (1995) yaitu kadar abu gelatin untuk pangan maksimum sebesar 3,25%. Menurut Aviana *et al* (2003) tingginya kadar abu disebabkan masih adanya komponen mineral yang terikat pada kolagen yang belum terlepas saat proses pencucian sehingga ikut terekstraksi dan terbawa pada gelatin yang dihasilkan.

Pada Tabel 2 diketahui bahwa kadar abu menurun seiring dengan naiknya suhu ekstraksi. Hal ini disebabkan seiring dengan tingginya suhu ekstraksi maka menyebabkan semakin banyak protein yang terhidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana lagi selain protein. Penggunaan suhu yang tinggi menyebabkan protein terdenaturasi sehingga ikatan koma protein rusak yang menyebabkan ikatan terhadap mineral tidak kuat (Poedjiadi dan Suprianti 2006).

**Kadar Protein**

Protein merupakan kandungan tertinggi dalam gelatin. Gelatin sebagai salah satu jenis protein koversi yang dihasilkan melalui proses hidrolisis kolagen, pada

dasarnya memiliki kadar protein yang tinggi. Gelatin merupakan bahan makanan tambahan berupa protein murni yang diperoleh dari pengurain kolagen dengan menggunakan panas (Raharja (2004) dikutip dalam Amiruldin (2007)).

Kadar protein gelatin kulit ikan kakap yang dihasilkan dalam penelitian ini rata-rata berkisar antara 90,32%-91,64%. Kadar protein merupakan salah satu parameter karakteristik gelatin. Ketentuan kadar protein untuk gelatin standar yaitu sebesar 87,26%, gelatin komersial yaitu sebesar 85,99% sedangkan pada Standar Nasional Indonesia (1995) tidak menyebutkan protein sebagai salah satu parameter mutu untuk gelatin pangan. Kadar protein gelatin kulit ikan kakap hasil penelitian ini sedikit lebih besar dibandingkan dengan nilai gelatin standar dan gelatin komersial.

Tingginya kadar protein pada gelatin kulit ikan kakap dikarenakan bahan baku yang bersal dari ikan, yang memiliki nilai cerna protein yang tinggi berkisar lebih dari 90% (Padmiari 2010). Tingginya kadar protein yang dihasilkan menunjukkan bahwa gelatin memiliki mutu yang baik. Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai protein tertinggi dihasilkan pada gelatin kulit kakap dengan perlakuan suhu ekstraksi 60°C yaitu rata-rata sebesar 91,64%. Nilai rata-rata kadar protein yang dihasilkan dari Tabel 8 mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya suhu. Hal ini disebabkan oleh peningkatan suhu ekstraksi yang menyebabkan semakin banyak protein yang terhidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana lagi selain protein. Menurut Poedjiadi dan Suprianti (2006), penggunaan suhu yang tinggi menyebabkan protein terdenaturasi sehingga ikatan kimia protein rusak. Kadar protein menunjukkan kemurnian gelatin yang diperoleh. Gelatin merupakan salah satu jenis protein konversi yang dihasilkan melalui proses hidrolisis kolagen sehingga kadar protein yang terkandung di dalamnya sangat tinggi.

### Viskositas

Viskositas (kekentalan) adalah salah satu sifat fisik suatu cairan atau materi cair. Viskositas didefinisikan sebagai nilai hambatan atau tahanan terhadap aliran fluida yang merupakan perbandingan rasio antara gaya geser (*shear stress*) terhadap laju geser (*shear rate*) (Astawan 2002). Viskositas merupakan sifat fisik gelatin yang penting karena viskositas mempengaruhi sifat fisik lainnya seperti titik leleh, titik gel, dan stabilitas emulsi. Viskositas gelatin yang tinggi menghasilkan laju pelelehan dan pembentukan gel yang lebih tinggi dibandingkan dengan gelatin yang viskositasnya rendah (Leiner 2002).

Viskositas yang dihasilkan dari gelatin kulit ikan kakap berkisar antara 20,50 cP hingga 26,00 cP. Kisaran tersebut lebih besar dari ketentuan gelatin standar dan gelatin komersial yaitu 6,00 cP dan 7,00 cP. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ali (2006) yaitu gelatin kulit ikan memiliki viskositas yang relatif lebih besar dibandingkan dengan gelatin

mamalia. Gelatin kulit kakap cocok digunakan untuk pembentukan film yang memerlukan viskositas tinggi. Data hasil pengukuran viskositas gelatin kulit kakap dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa terjadi penurunan viskositas pada perlakuan lama ekstraksi gelatin kulit ikan kakap. Viskositas gelatin dipengaruhi oleh pH gelatin, temperatur, konsentrasi, dan teknik perlakuan seperti penambahan elektrolit lain dalam larutan gelatin. Pada suhu 80°C diperoleh nilai viskositas yang tinggi sehingga dapat dinyatakan bahwa suhu 80°C adalah suhu yang optimal. Pada suhu optimal tersebut gelatin terekstraksi dengan sempurna dan belum terjadi hidrolisis lanjutan pada rantai gelatin. Terhidrolisisnya rantai asam amino pada gelatin menjadikan rantai asam amino terputus sehingga berat molekul menjadi lebih rendah. Semakin panjang rantai asam amino gelatin maka nilai viskositas semakin besar (Stainsby 1977).

**Tabel 3. Viskositas Gelatin Kulit Ikan Kakap**

Pengamatan	SNI	Gelatin Standar	Gelatin Komersial	Gelatin Kulit Ikan Kakap		
				A (60°C)	B (70°C)	C (80°C)
Viskositas (cP)	-	6,00	7,00	18,50	20,50	26,00

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan uji parameter, perlakuan dengan suhu ekstraksi 80°C sebagai perlakuan terbaik terhadap rendemen dan karakteristik gelatin kulit kakap. Pada perlakuan tersebut nilai rendemen mencapai nilai terbaik dan karakteristiknya memenuhi gelatin standar maupun gelatin komersial.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., & Benjakul, S. (2011). Characteristics of gelatin from the skin of unicorn leatherjacket (*Aluterus monoceros*) as influenced by acid pretreatment and extraction time. *Food Hydrocolloids*, 25, 381-388.
- Amiruldin M. 2007. *Pembuatan dan Analisis Karakteristik Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (*Thunus albacares*)*. Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist. Inc.*, Washington, DC.

- Astawan, M., Haryadi P. dan Mulyani A. 2002. Analisis Sifat Reologi Gelatin Dari Kulit Ikan Cucut. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*. 8 (1): 38-46.

- British Standard 757. 1975. *Sampling and Testing of Gelatin. Di dalam The Science and Technology of Gelatin*. Ward AG dan Courts A, editors. Academic Press, New York.

- deMan, John. M. 1997. *Kimia makanan Edisi Kedua*. Penerjemah Kosasih Padmawinata ITB, Bandung. 550 hlm.

- FAO. 2014. [http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/work/FIGIS/prod/webapps/figis/temp/hqp\\_1047966228760422239.xml&outtype=html](http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/work/FIGIS/prod/webapps/figis/temp/hqp_1047966228760422239.xml&outtype=html). Diakses pada 26 Agustus 2016.

- Gomez K.A. and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research (Second Edition)*. New York: John Wiley and Sons.
- Gomez-Guillen, M. C., Gimenez, B., Lopez-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2011). Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocolloids*, 25, 1813-1827.
- Gomez-Guillen, M. C., Turnay, J., Fernandez-Diaz, M. D., Ulmo, N., Lizarbe, M. A., & Montero, P. (2002). Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. *Food Hydrocolloids*, 16, 25-34.
- Juliharman. 1997. *Pengaruh Suhu dan Waktu Perebusan Kulit Ikan Cucut Lanyam (Carcharinus limbatus) Pada Pembuatan Gelatin Terhadap Karakteristik Gelatin*. Skripsi. Fakultas Perikanan-IPB, Bogor.
- Junianto, K. Haetami, dan I. Maulina. 2006. Produk Gelatin Dari Tulang Ikan dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan dasar Pembuatan Cangkang Kapsul. *Laporan penelitian hibah bersaing*. IV tahun I Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran.
- Karim, A. A., & Bhat, R. (2009). Fish gelatin: Properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids*, 23, 563-576.
- Leiner PB. 2002. The Physical and Chemical Properties of Gelatin. <http://www.pbgelatin.com>. Diakses pada 30 Agustus 2016.
- Lestari, S. D. 2005. *Analisis Sifat Fisik Kimia dan Rheologi Gelatin kulit Hiu Gepeng (Alopias sp.) dengan Penambahan MgSO<sub>4</sub>, Sukrosa, dan Gliserol*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor.
- Mohtar, N. F., Perera, C., & Quek, S. Y. (2010). Optimisation of gelatine extraction from hoki (*Macrurus novaezelandiae*) skins and measurement of gel strength and SDS-PAGE. *Food Chemistry*, 122, 307-313.
- Muyonga, J. H., Cole, C. G. B., & Duodu, K. G. (2004). Extraction and physico-chemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. *Food Hydrocolloids*, 18, 581-592.
- Nagarajan, M., S. Benjakul., T. Prodpran., P. Songtipya., H. Kishimura. 2012. Characteristics and functional properties of gelatin from splendid squid (*Loligo formosana*) skin as affected by extraction temperatures. *Food Hydrocolloids*, 29, 389-397.
- Ockerman HW, Hansen CL. 2000. *Animal by Product Processing and Utilization*. CRC Press, USA.
- Pelu, H., S. Harwanti dan E. Chasanah. 1998. *Ekstraksi Gelatin dari Kulit Ikan Tuna melalui Poses Asam*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 4 (2): 66-74.
- SNI 06-3735. 1995. *Mutu dan Cara Uji Gelatin*. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk bahan Makanan dan Pertanian (edisi keempat)*. Penerbit Liberty, Yogyakarta. 160 hlm.
- Taufik M. 2011. *Kajian Potensi Kulit Kaki Ayam Broiler sebagai BahanBaku Gelatin dan Aplikasinya dalam Edible Film Antibakteri*. Disertasi. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Trilaksani, W., M. Nurimala., I. H. Setiawati. 2012. Ekstraksi Gelatin Kulit Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) dengan Proses Perlakuan Asam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15 (3): 240-250.
- Wilesmith, J. W., Ryan, J. B. M., & Atkinson, M. J. (1991). Bovine spongiform encephalopathy: epidemiological studies on the origin. *Veterinary Record*, 128, 199-203.