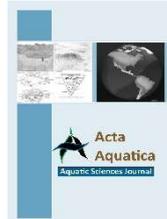




Acta Aquatica

Aquatic Sciences Journal



Karakteristik gelatin tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di ekstrak dengan asam dan basa

Characteristic of gelatin bone tilapia (*Oreochromis niloticus*) extracted with acid and base

Andarini Diharmi^{a*}, Helmi Nurhanif^a, dan Ira Sari^a

^aDepartemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, Jl. HR. Subrantas Km. 12,5 Kecamatan Tampan, Pekanbaru, Riau, 28293

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik fisik dan kimia gelatin tulang ikan nila diekstrak menggunakan larutan asam (HCl) dan basa (NaOH). Metode penelitian menggunakan eksperimen perbandingan dengan uji t-test Paired terdiri atas 2 perlakuan yaitu HCl 4% dan NaOH 4% dengan 3 kali ulangan. Parameter analisis terdiri atas rendemen, kekuatan gel, viskositas, pH, kadar air, dan abu. Karakteristik gelatin yang diekstraksi menggunakan larutan asam dihasilkan rendemen, kekuatan gel dan viskositas berturut-turut 4,40, 182,65 g/bloom. dan 9,90 cP. Secara kimia gelatin diekstraksi dengan asam memiliki kadar air, abu dan pH 5,85%, 2,35%, dan 4,25. Gelatin yang diekstraksi dengan basa menghasilkan karakteristik fisik rendemen, kekuatan gel, dan viskositas sebesar 4,67%, 150,41 g/bloom. dan 6,03 cP dan karakteristik kimia (kadar air, abu, dan pH) adalah 5,77 %, 3,37%, dan 10,24. Proses ekstraksi dengan menggunakan asam dan basa dihasilkan gelatin tulang ikan nila karakteristiknya berbeda nyata terhadap kekuatan gel, viskositas, pH, dan abu kecuali rendemen dan kadar air. Gelatin yang dihasilkan dari tulang ikan nila menggunakan asam memiliki kekuatan gel, pH, abu dan kadar air sesuai dengan standar SNI kecuali viskositas, sedangkan menggunakan basa kekuatan gel, viskositas dan kadar air, kecuali pH dan abu.

Kata kunci: karakteristik fisikokimia; kekuatan gel; pH; rendemen; viskositas

Abstract

This study was aimed to determine chemical and physical characteristics of extracted tilapia fish bone gelatin using acid (HCl) and alkaline (NaOH) solutions. The research method was used comparative experimental with Paired t-test consisting of 2 treatments, namely 4% HCl and 4% NaOH with 3 replications. Analysis parameters was consisted of yield, gel strength, viscosity, pH, moisture content, and ash. Characteristics of gelatin extracted with acid solution was resulted in yield, gel strength and viscosity was 4.40, 182.65 g/bloom. and 9.90 cP. Characteristic of gelatin extracted with acid has moisture, ash and pH levels of 5.85%, 2.35%, and 4.25. Gelatin extracted with bases was produced physical characteristics of yield, gel strength, and viscosity of 4.67%, 150.41 g/bloom and 6.03 cP and chemical characteristics (moisture, ash, and pH) were 5.77%, 3.37%, and 10.24. The extraction process using acids and bases resulted in tilapia fish bone gelatin with significantly different characteristics on gel strength, viscosity, pH, and ash except yield and moisture content. Gelatin was produced from tilapia fish bones using acids has gel strength, pH, ash, and moisture content in accordance with SNI standards except for viscosity, while gelatin uses bases had gel strength, viscosity and moisture content, except for pH and ash.

Keywords: characteristic physico-chemical; gel strength; pH; viscosity; yield

1. Introduction

Salah satu jenis ikan tawar yang berpotensi untuk dapat dikembangkan adalah Ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Ikan nila digemari masyarakat karena dagingnya yang cukup tebal dan rasanya gurih, kandungan proteinnya tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai sumber protein. Menurut Rukmana (2003) ikan nila memiliki kadar protein, air, abu dan lemak berturut-turut adalah 17,5, 65, 3,3, dan 0,9%.

Ikan nila banyak diolah menjadi fillet ikan. Nilai ekspor fillet ikan tahun 2015 sebesar 815.880 dolar AS sebanyak 114.696 ton (BPS, 2017). Industri pengolahan ikan terus mengalami perkembangan seperti industri fillet, yang menghasilkan limbah pengolahan berupa tulang. Tulang ikan dimanfaatkan menjadi pakan ternak, tepung ikan, kerupuk tulang ikan, dan untuk alternatif lain dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku gelatin.

* Korespondensi: Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, Jl. HR. Subrantas Km. 12,5 Kecamatan Tampan, Pekanbaru, Riau, 28293
Tel: +62 81288374901
e-mail: rini_abrar@yahoo.com

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan suatu upaya pemanfaatan hasil samping tulang ikan selain sebagai pakan ternak, tepung ikan dan kerupuk tulang ikan salah satunya adalah dengan mengolah menjadi gelatin.

Gelatin merupakan turunan protein dari serat kolagen yang terdapat pada kulit dan tulang hewan. Gelatin pembuatan menggunakan larutan asam adalah asam Gelatin tipe A dan perlakuan basa gelatin tipe B.

Penelitian-penelitian penggunaan asam dan basa dalam proses ekstraksi gelatin sudah banyak dilakukan. Hasil penelitian Suryanti et al., (2006) menyatakan bahwa ekstraksi tulang ikan kakap merah perendaman asam klorida pada konsentrasi 4,5, dan 6% dihasilkan gelatin perlakuan terbaik menggunakan HCl 4% terhadap viskositas, kekuatan gel, dan pH. Rahmania et al., (2013) menyatakan bahwa gelatin dari tulang ikan tenggiri dihidroisis dengan NaOH pada pada 1-5% dengan lama perendaman 48 jam dihasilkan karakteristik gelatin tulang ikan tenggiri terbaik dengan perlakuan NaOH 5%.

Gelatin dapat dimanfaatkan dalam bidang pangan dan non pangan. Pemanfaatan gelatin dalam industri pangan antara lain industri konfeksioneri, produk jelly, daging, susu, produk low fat, dan food supplement (Raharja, 2004). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya sehingga perlu dilakukan ekstraksi gelatin dari tulang ikan. Penelitian ini bertujuan menentukan karakteristik fisikokimia gelatin tulang ikan nila diekstraksi dengan larutan HCl dan NaOH.

2. Materials and Methods

2.1. Bahan dan Alat

Bahan utama ikan nila di beli dari petani budidaya ikan keramba di Danau Maninjau Sumatera Barat. Bahan kimia yang digunakan terdiri atas HCl, NaOH, dan zat kimia lainnya. Peralatan terdiri atas pisau, talenan, kompor gas, panci, pan aluminium, pH meter, oven, dan toples kaca ukuran besar. timbangan analitik, gelas ukur, cawan porselin, oven, kertas saring (Whatman), tanur, waterbath, erlenmeyer, pipet tetes, desikator, thermometer raksa, viskometer, Texture Analyzer TA.XT2.

2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri atas 3 tahapan, yaitu:

1. Preparasi ikan nila
 - Dimulai dari pengukuran panjang tubuh ikan nila dan penimbangan berat per satu ikan dan dilakukan penyiangian dengan pembuangan sisik dan isi perut ikan. Pemisahan antara daging dan tulang ikan dan dicuci sampai bersih dengan air mengalir.
2. Proses ekstraksi pembuatan gelatin (Hasan, 2007 dan Hariyadi dan Hidayat, 2003)
 - a) Tulang ikan nilai direndam dalam air panas pada suhu 70°C selama 30 menit bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa daging dan lemak yang masih menempel.
 - b) Dilakukan pengecilan ukuran tulang dengan pemotongan tulang berukuran sekitar ± 2 cm
 - c) Potongan tulang tersebut ditimbang masing-masing sebanyak ± 300 g (Mb). Dan dimasukkan ke dalam erlemeyer 900 mL berisi larutan HCl 4 % ditutup. Pekerjaan sama dilakukan juga dengan NaOH 4%. Perbandingan tulang dengan larutan HCl dan NaOH 1:3 dan dilakukan perendaman selama 48 jam (proses ini di sebut limming).
 - d) Dilakukan penyaringan dan ditiriskan sampai tak ada cairan yang menetes. Hasil penyaringan berupa tulang lunak yang disebut ossein.
 - e) Dilakukan pencucian tulang lunak tersebut bertujuan untuk netralisasi menggunakan aquades dan ossein tersebut ditiriskan dan ditimbang bobotnya(M1).

- f) Selanjutnya dilakukan ekstraksi dengan aquades (1:2) menggunakan waterbath selama 5 jam pada suhu 60°C dan disaring menggunakan kertas saring Whatman.
- g) Dihasilkan larutan gelatin dan didinginkan pada suhu 40°C dalam lemari pendingin untuk pematatan atau pemekatan larutan gelatin.
- h) Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan oven pada suhu 50°C selama lebih kurang 48 jam dan dhaluskan dihasilkan gelatin bubuk kemudian ditimbang (M2).

2.3. Parameter analisis

Parameter analisis gelatin terdiri atas rendemen (AOAC, 1995), kekuatan gel (British Standard 757, 1975) viskositas metode yang digunakan FMC Corps (1984). kadar air (AOAC, 2005), abu (AOAC, 2005), dan pH (AOAC, 1986).

2.4. Analisis Data

Analisis data menggunakan uji T-test paired yang terdiri atas 2 perlakuan, asam (HCl 4%) dan basa (NaOH 4%) dengan software SPSS versi 24.0.

3. Results and Discussion

3.1. Karakteristik Fisik Gelatin

Hasil analisis karakteristik fisik gelatin terdiri atas rendemen, kekuatan gel, dan viskositas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1.

Karakteristik fisik gelatin tulang ikan nila

Parameter	Perlakuan	
	HCl 4%	NaOH 4%
Rendemen (%)	4,40 \pm 0,35 ^a	4,67 \pm 0,46 ^a
Kekuatan gel (g/Bloom)	182,65 \pm 13,16 ^a	150,41 \pm 10,48 ^b
Viskositas (cP)	9,90 \pm 0,60 ^a	6,03 \pm 0,80513 ^b

Keterangan: Angka yang ditunjukkan pada baris yang sama dengan notasi huruf berbeda menyatakan perlakuan berbeda nyata ($p < 0,05$).

3.2. Rendemen

Rendemen gelatin dihitung bertujuan untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi proses ekstraksi dalam pembuatan gelatin (Fahrul 2005). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen gelatin yang dihasilkan dengan perlakuan asam (HCl) sebesar 4,40% dan basa (NaOH) sebesar 4,67%. Rendemen gelatin dengan perlakuan asam dan basa tidak berbeda. Tinggi rendahnya nilai rendemen diduga karena proses hidrolisis pada kolagen terjadi secara tidak sempurna atau hilangnya kolagen saat proses pencucian dan proses pengeringan yang tidak merata pada menggunakan oven.

Hasil analisis T-test Paired menunjukkan bahwa penggunaan asam dan dan dalam proses ekstraksi tulang ikan nila tidak berbeda nyata terhadap rendemen yang dihasilkan. Rendemen yang rendah terjadi karena hirolisis kolagen yang tidak sempurna atau hilangnya kolagen selama pencucian (Jamilah dan Harvender, 2002).

Penggunaan pelarut asam pada proses ekstraksi untuk menghasilkan gelatin mengakibatkan protein kolagen pada kulit ikan akan mengembang dan terbuka (Yuniarifin 2006). Perlakuan asam dan basa pada proses pretreatment dihasilkan rendemen yang tinggi hal ini disebabkan oleh meningkatnya bukaan kulit crosslink pada pengembangan sementara proses leaching, pencucian dan denaturasi selama proses ekstraksi dapat menyebabkan nilai rendemen menjadi rendah (Jamilah dan Harvinder 2002).

3.3. Kekuatan Gel

Hasil analisis kekuatan gel gelatin disajikan pada Tabel 1. Gel gelatin memiliki karakteristik dapat berubah wujud dari cairan menjadi padatan atau mengubah sol menjadi gel (reversible). Hasil analisis T-test paired kekuatan gel gelatin

dengan perlakuan asam (HCl) sebesar 182,65 g/bloom berbeda nyata dengan perlakuan basa (NaOH) sebesar 150,41 g bloom. Kekuatan gel gelatin pada perlakuan asam lebih tinggi daripada perlakuan basa. Kekuatan gel pada gelatin diduga karena suhu yang tidak stabil pada saat proses ekstraksi sehingga rantai asam amino yang diperoleh tidak maksimal. Kekuatan gel dipengaruhi oleh rendahnya berat molekul yang dihasilkan. Gelatin yang dihasilkan dengan perlakuan asam dan basa memiliki kekuatan gel memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-3735. Kekuatan gel juga dipengaruhi konsentrasi pelarut yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusumawati et al. (2006) semakin rendah konsentrasi perendaman yang digunakan dihasilkan gelatin yang mempunyai kekuatan gel yang tinggi. maka semakin tinggi kekuatan gel

Kekuatan gel gelatin berkaitan dengan panjang rantai asam amino, semakin panjang rantai asam amino dihasilkan kekuatan gel yang tinggi. Kekuatan gel yang tinggi pada gelatin disebabkan proses hidrolisis yang optimal sehingga dihasilkan rantai asam amino yang panjang terjadi pada saat konversi kolagen menjadi gelatin (Astawan dan Aviana (2003). Sebaliknya rantai asam amino yang pendek dihasilkan berat molekul gelatin yang rendah sehingga kekuatan gel menjadi rendah (lemah) (Junianto et al., (2006). Kekuatan gel juga dipengaruhi konsentrasi pelarut yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusumawati et al. (2006) semakin rendah konsentrasi perendaman yang digunakan dihasilkan gelatin yang mempunyai kekuatan gel yang tinggi. maka semakin tinggi kekuatan gel

3.3. Viskositas

Viskositas didefinisikan sebagai kemampuan menahan dari suatu cairan untuk mengalir. Menurut Schrieber dan Garej, (2007) menyatakan bahwa proses alir suatu zat cair dipengaruhi oleh kekentalan (viskositas) diakibatkan adanya adsorbs dan pengembangan koloid. Viskositas gelatin pada penelitian ini dengan perlakuan asam 9.90 g.bloom dan basa 6.03 g.bloom. Menurut (GMIA, 2012: 12), nilai viskositas gelatin untuk tipe A adalah 15-75 mps atau 1,5-7,5 cP sedangkan tipe B adalah 20-75 mps atau 2,0-7,5 cP.

Hasil analisis T-test paired menunjukkan bahwa viskositas gelatin dengan perlakuan asam (HCl) sebesar 9,90 cP, berbeda nyata dengan perlakuan basa (NaOH) sebesar 6,03 cP. Nilai viskositas yang tinggi atau rendah diduga karena distribusi molekul peptida gelatin dalam larutan serta berat molekul dari peptida gelatin. Semakin tinggi berat molekul yang dihasilkan maka viskositas akan meningkat begitu juga sebaliknya.

Viskositas gelatin dengan perlakuan asam sebesar 9,40 cP. Viskositas gelatin yang dihasilkan memenuhi standar untuk gelatin tipe A, standar viskositas gelatin tipe A > 4,5 cP (Norland product, 2003). Gelatin dengan menggunakan basa viskositasnya memenuhi standar SNI No. 06-3735 tahun 1995.

Viskositas gelatin yang dihasilkan rendah, hal ini dikarenakan suhu yang digunakan tinggi. Viskositas gelatin tulang ikan nila dengan perlakuan asam dan basa lebih tinggi dari viskositas gelatin dari kulit ikan tenggiri (5.50 g.bloom) (Gunawan et al.,2018). Penggunaan suhu yang tinggi dalam proses pembuatan gelatin mengakibatkan terjadinya hidrolisis lanjutan pada kolagen yang sudah menjadi gelatin memutus ikatan asam amino sehingga viskositas menjadi rendah (Junianto et al., 2006). Viskositas gelatin dipengaruhi oleh struktur molekul asam amino yang menyusunnya. Menurut (Leiner, 2006) menyatakan bahwa susunan asam amino yang semakin panjang dapat meningkatkan nilai viskositas gelatin

3.4. Analisis Kimia Gelatin

Hasil analisis karakteristik kimia gelatin yaitu pH, kadar air, dan abu. Hasil analisis kimia gelatin disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2.

Karakteristik kimia gelatin tulang ikan nila

Parameter	Perlakuan	
	HCl 4%	NaOH 4%
pH	4,25 ± 0,09074 ^a	10,24 ± 0,09165 ^b
Kadar air	5,85 ± 0,84500 ^a	5,77 ± 0,87831 ^a
Kadar abu	2,35 ± 0,20744 ^a	3,37 ± 0,06028 ^b

Keterangan: Angka yang ditunjukkan pada baris yang sama yang diikuti oleh notasi huruf berbeda menyatakan perlakuan berbeda nyata ($p < 0,05$).

3.5. pH

Hasil analisis menunjukkan bahwa pH gelatin dengan perlakuan asam (HCl) sebesar 4,25. pH gelatin dengan perlakuan asam memenuhi standar gelatin tipe A, yang berkisar 3,8-5,0 (Courst dan John 1977). Gelatin yang dihasilkan menggunakan basa memiliki pH yang relative tinggi. Hasil analisis t-test-paired menunjukkan bahwa pH gelatin yang dihasilkan berbeda nyata pada kedua perlakuan. Gelatin dengan pada perlakuan asam HCl sudah memenuhi standar mutu gelatin berdasarkan GMIA (2007) yaitu 3,80-6,00, sedangkan nilai pH pada perlakuan basa (NaOH) tidak memenuhi standar mutu GMIA. Menurut GMIA (2007), gelatin dengan perlakuan basa 5,00-7,10.

Gelatin dengan perlakuan basa memiliki pH tinggi hal ini karena saat proses pencucian yang tidak sempurna sehingga larutan basa masih menempel pada jaringan kolagen tulang dan terbawa saat proses ekstraksi sampai diperoleh gelatin. Tingginya pH gelatin diduga akibat proses ekstraksi yang digunakan menggunakan asam atau basa. Penggunaan asam dalam proses ekstraksi cenderung dihasilkan gelatin pH rendah (Hinterwaldner, 1977). HCl merupakan salah satu jenis asam kuat dalam proses ekstraksi gelatin berfungsi mendegradasi tulang menjadi gelatin. HCl dan asam sulfat sering digunakan dalam proses ekstraksi gelatin dan kulit. Menurut Huda (2013), ekstraksi gelatin menggunakan asam dalam waktu cukup lama pHnya lebih rendah. Menurut Nurilmala et al., (2006). menyatakan bahwa penggunaan asam kuat dalam proses ekstraksi gelatin berpengaruh terhadap pH, karena asam yang digunakan dapat meninggalkan residu pada tulang sehingga pH menjadi menurun.

3.6. Kadar Air

Kadar air berkaitan dengan daya simpan produk terutama aktivitas metabolisme yang terjadi. Air berfungsi dalam aktifitas metabolisme seperti aktivitas mikroba, reaksi kimiawi, enzimatik dan non-enzimatik dapat menimbulkan perubahan nilai gizi dan sifat organoleptiknya (Syarif dan Halid, 1993). Kadar air gelatin di ekstrak menggunakan asam (HCl) sebesar 5,85%, tidak berbeda nyata dengan perlakuan basa (NaOH) sebesar 5,77%. Kadar air gelatin dari hasil penelitian ini lebih rendah daripada kadar air gelatin komersil (11.66%) dan kadar air gelatin dari kulit tenggiri (7.6%) (Fahrul 2004 dan Gunawan et al 2017). Kadar air suatu bahan ditentukan oleh sifat dan kemampuan bahan dalam menarik air, serta proses pengeringan yang dilakukan terhadap bahan tersebut (Hasan, 2007). Kadar air gelatin dengan perlakuan asam (HCl) dan basa (NaOH) memenuhi SNI No. 06-3735 tahun 1995. Gelatin komersial umumnya dikeringkan dengan metode freeze dryer sehingga jumlah air yang menguap lebih sedikit dari pada gelatin yang dikeringkan dengan oven (Suptijah, 2013). Daya tahan gelatin terhadap serangan mikroba dipengaruhi oleh kadar air.

3.7. Kadar Abu

Kadar abu suatu bahan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan tersebut (Apriyantono et al., 1989). Proses demineralisasi dalam proses pembuatan gelatin bertujuan untuk menghilangkan mineral. Hasil analisis T-test Paired menunjukkan perlakuan asam dan basa berpengaruh

nyata pada kadar abu. Kadar abu (mineral) gelatin yang tinggi diduga karena komponen mineral masih terikat pada kolagen sebelum menjadi gelatin. Astawan dan Aviana (2003), menyatakan bahwa terdapatnya abu pada gelatin karena terikat komponen mineral pada kolagen belum terlepas saat demineralisasi dan pencucian, sehingga terekstrak dan terbawa pada gelatin yang dihasilkan. Kadar abu gelatin penelitian ini dengan perlakuan asam (HCl) sebesar 2.35% memenuhi standar mutu gelatin berdasarkan SNI No. 06-3735 tahun 1995 sedangkan dengan basa (NaOH) tidak memenuhi standar mutu gelatin berdasarkan SNI No. 06-3735 tahun 1995 yaitu maksimum 3,25%.

Kadar abu merupakan salah satu parameter keberhasilan ekstraksi gelatin (Nurilmala et al., 2006). Kadar abu yang tinggi menunjukkan proses ekstraksi yang digunakan belum optimal karena masih tersisa banyak residu mineral. Jumlah dan sifat gelatin yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis asam yang digunakan dalam hidrolisis kolagen. Ekstraksi gelatin yang berbeda dihasilkan jumlah garam-garam mineral yang berbeda yang dilepaskan dari kolagen sehingga mempengaruhi kadar abu yang dihasilkan (Courts and Johns, 1977).

4. Conclusion

Karakteristik sifat fisik gelatin yang dihasilkan dengan perlakuan asam dan basa menunjukkan rendemen sebesar 4,4 dan 4,67%, kekuatan gel 182,65 dan 150,41 g bloom, dan viskositas 9,90 dan 6,03 cP. Karakteristik sifat kimia gelatin kadar air dengan asam dan basa sebesar 5,85 dan 5,77%, kadar abu sebesar 2,35 dan 3,37% dan nilai pH sebesar 4,25 dan 10,24. Gelatin yang dihasilkan perlakuan asam tipe A dan basa tipe B. Kekuatan gel dan kadar air gelatin tulang ikan nilai dengan penggunaan asam dan basa telah memenuhi SNI.

Bibliograph

- Astawan, M dan T. Aviana. 2003. Pengaruh Jenis Larutan Perendaman Serta Metode Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Fungsional Gelatin dari Kulit Cucut. *J. Teknologi dan industri pangan*. 14(1):7-13.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. SNI 06.3735. 1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- British Standard 757. 1975. Sampling and Testing of Gelatins
- Courts, A. Johns, P. (1977). The Structure of Competition of Collagen Containing Tissue. Di dalam Ward AG dan Courts A, editor. 1997. The Science and Technology of Gelatin. New York: Academic Press.
- Courts, A. and Johns, P. 1977. Relationship between collagen and gelatin. In Ward, A. G. dan Courts, A. (eds.). *J. Sci. and Techn. Gel.* Academic Press, New York
- Fahrul. 2005. Kajian Ekstraksi Gelatin dari Kulit Ikan Tuna (*Thunnus alalunga*) dan Karakteristiknya sebagai Bahan Baku Industri Farmasi. *Thesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Gelatin Manufactures Institute of America (GMIA). 2007. Raw Materials and Production. Gelatin Manufactures Institute of America. <http://www.gelatin-gmia.com/html/rawmaterials.html>.
- GMIA. 2012. Gelatin Handbook. USA: Gelatin Manufacturers Institute of America.
- Gunawan, F. Suptijah P, Uju. 2017. Ekstraksi Dan Karakterisasi Gelatin Kulit Ikan Tenggiri (*Scomberomorus Commersonii*) Dari Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20 (3). 568-581.
- Hariyadi dan Hidayat N. 2003. *Tekno Pangan Agro Industri* 1(1): 1-12.
- Hinterwaldner, R. 1977. *Technology of Gelatin Manufacture* di dalam Ward, A.G., dan Courts, A., (editors.), *The science and Technology of Gelatin*, Academic Press, New York.
- Huda, WN.2013. Kajian karakteristik fisik dan kimia gelatin ekstrak tulang kaki ayam (*Gallus gallus bankiva*) dengan variasi lama perendaman dan konsentrasi asam. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(3):70-75.
- Jamilah B, dan Harvender KG. 2002. Properties of gelatins from skins of fish-black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). *Food Chemistry*, 77, 81–84.
- Junianto, Kiki H dan Ine M. 2006. Produksi Gelatin dari Tulang Ikan dan Pemanfaatannya sebagai Bahan Dasar Pembuatan Cangkang Kapsul. Unpad, Bandung.
- Kusumawati R, Tazwir, Wawasto A. 2008. Pengaruh perendaman dalam asam klorida terhadap kualitas gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*). *Jurnal Pascapanen Bioteknologi Kelautan Perikanan*. 1(3):63-68.
- Leiner P.B. 2006. The Physical and Chemical Properties of Gelatin. <http://www.pbgelatin.com>.
- Nurilmala M. Wahyuni M. Wiratmaja H. 2006. Perbaikan nilai tambah limbah tulang ikan tuna (*Thunnus sp*) menjadi gelatin serta analisis fisika-kimia. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan IX* (2): 22-33.
- Rahmania, A.R. Nisma, F. Mayangsari, E. 2013. Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Tenggiri Melalui Proses Hidrolisis Menggunakan Basa. *Jurnal Media Farmasi*. 10(2):18-28.
- Rukmana. R. 2003. *Ikan Nila, Budidaya dan Prospek Agribisnis*. Kanisius. Yogyakarta.
- Rusli, A. 2004. Kajian Proses Ekstraksi Gelatin dari Kulit Ikan Patin Segar. *Thesis*. Bogor. Sekolah Pascasarjana IPB.
- Schrieber, R. and Gareis, H. 2007. *Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weingheim.
- Stainsby G. 1977. *The Gelatin Geland the Sol-Gel Transformation*. In: Ward. A.G, Cour., A (ed). *The Science and technologi of gelatin*. NewYork: Academic Press.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 06.3735. 1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Dewan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Sudarmadji, S. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi 4. Liberty, Yogyakarta.
- Suptijah, P.2013. Analisis Kekuatan gel (*gel strength*) produk permen jelly dari gelatin kulit ikan cucut dengan penambahan karaginan dan rumput laut. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16 (2): 568-581.
- Suryanti, Hadi, S. Peranginangin, R. (2006). Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp*) Secara Asam. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 1 (1): 27-35.

- Syarief, R dan Halid, H. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Arcan, Jakarta.
- Ward, A. G and Courts. A. 1977. *The Science and Technology of Gelatin*. New York: Academic Press.
- Utama, H. 1997. Gelatin yang bikin heboh. *J. Halal LPPOM-MUI* (18): 10-12.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. P.T. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yuniarifin H, Bintoro VP, dan Suwarastuti A. 2006. Pengaruh berbagai konsentrasi asam fosfat pada proses perendaman tulang sapi terhadap rendemen, kadar abu dan viskositas gelatin. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis*. 31(1): 55 – 6.