

KARAKTERISTIK GELATIN TULANG IKAN TUNA DENGAN PERENDAMAN CUKA LONTAR DARI NUSA TENGGARA TIMUR

Suci Istiqlaal*

Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Nusa Tenggara Timur
Kompleks Perkantoran Pemerintah Provinsi Gedung D Lantai 2
Jalan Basuki Rahmat Nomor 1 Naikolan – Kupang 85141 Nusa Tenggara Timur
Telepon/Faks: (0380) 8584060

*Korespondensi : suciistiqlaal@gmail.com

Diterima: 1 Februari 2018/ Disetujui: 18 Desember 2018

Cara sitasi: Istiqlaal S. 2018. Karakteristik gelatin ikan tuna dengan perendaman cuka lontar dari Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(3): 443-450.

Abstrak

Hasil samping industri tuna dapat digunakan sebagai sumber gelatin sebagai produk bernilai tambah. Gelatin dapat dihasilkan melalui hidrolisis asam dari kolagen. Provinsi Nusa Tenggara Timur merupakan penghasil cuka lontar, namun belum ada penelitian yang memanfaatkan cuka lontar ini untuk hidrolisis pembuatan gelatin dari hasil samping industri tuna. Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh penggunaan cuka lontar dan lama perendaman terhadap kualitas gelatin dari tulang ikan tuna. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan jenis larutan perendam dan perlakuan lama waktu perendaman. Parameter yang diamati terdiri dari rendemen, kadar air, abu, pH dan viskositas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis larutan perendam tidak berpengaruh nyata terhadap nilai rendemen gelatin, namun lama perendaman berpengaruh nyata terhadap rendemen, kadar air dan pH. Gelatin terbaik dihasilkan dari proses perendaman menggunakan cuka lontar 3% selama enam minggu.

Kata kunci: Kupang, limbah ikan, lontar, organik

Characteristics of Gelatin Produced Immersion of Tuna Bone in Lontar Vinegar from East Nusa Tenggara

Abstract

By product of tuna processing industry can potentially be used as sources of high value gelatin products. Gelatin can be obtained from acid hydrolysis of collagen. East Nusa Tenggara is a producer of lontar vinegar, however the use of this vinegar for acid hydrolysis of collagen to produce gelatin has not been determined. This study aimed to evaluate the effect of lontar vinegar and the immersion time on the characteristics of gelatin. The research used complete randomized design with two factors: types of immersion solution and immersion period. The yield, moisture, ash content, pH and viscosity were observed. The results showed that the immersion solution did not affect significantly on the yield of gelatin. Meanwhile immersion time significantly affected the yield, moisture and pH of gelatin. Immersion of the tuna bones with 3% of lontar vinegar for six weeks produced gelatin with the best characteristics.

Keywords: Fish by product, Kupang, lontar, organic

PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Timur memiliki potensi sumberdaya kelautan dan perikanan yang berlimpah, produksi perikanan tangkap mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Ikan tuna merupakan salah satu komoditas ekspor dari NTT dan umumnya dibuat menjadi *fillet*, akan tetapi pada prosesnya menghasilkan limbah berupa kepala, tulang dan kulit tuna

yang apabila tidak ditangani secara baik akan mencemari lingkungan sekitar dan dapat menimbulkan bau tidak sedap.

Limbah tulang ikan saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah tulang ikan digunakan untuk bahan pembuatan pakan atau pupuk sehingga nilai ekonomisnya sangat kecil (Arima dan Fithriyah 2015; Hariyanto dan Sambudi 2010). Pembuatan

gelatin dari tulang ikan dapat memberikan nilai tambah dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Gelatin dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri antara lain industri non pangan maupun pangan, di antaranya digunakan sebagai *renewable flocculants* untuk proses pengolahan air (Sugihartono 2014), bahan pengikat (*binder agent*), penstabil (*stabilizer*), pembentuk gel (*gelling agent*), perekat (*adhesive*), peningkat viskositas (*viscosity agent*) dan pengemulsi (*emulsifier*).

Bahan baku pembuatan gelatin komersil umumnya adalah tulang, kulit sapi dan babi. Negara Indonesia mayoritas berpenduduk muslim, sehingga bahan baku suatu produk menjadi sangat penting, babi merupakan bahan baku yang tidak halal, selain itu terkait penyakit sapi gila (*mad cow diseases*) menjadi masalah apabila digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan suatu produk, sehingga diperlukan bahan baku alternatif lain yang terjamin kehalalannya dan aman untuk dikonsumsi. Herpandi *et al.* (2011) menyatakan bahwa gelatin berbahan baku tulang dan kulit ikan merupakan gelatin alternatif yang bersifat halal. Penelitian mengenai pembuatan gelatin telah banyak dilakukan, misalnya menggunakan bahan baku tulang dan kulit ayam, sapi, ikan pari, tuna, kakap, kaci-kaci, kakap merah dan lele dumbo (Agustin dan Meity 2015; Eveline *et al.* 2011; Gunawan *et al.* 2017; Hidayat *et al.* 2016; Iqbal *et al.* 2015; Kusumawati *et al.* 2008; Miskah *et al.* 2010; Nora *et al.* 2014; Nurilmala *et al.* 2017; Setiawati 2009; Suptijah *et al.* 2013; Ulfah 2011; Zakaria dan Bakar 2015).

Proses pembuatan gelatin selama ini masih menggunakan larutan perendam anorganik seperti asam klorida yang akan menghasilkan gelatin berwarna lebih tua dan bau yang menyengat (Soefiyandari 2016). Penelitian ini menggunakan cuka lontar sebagai alternatif larutan perendam yang bersifat organik dan ramah lingkungan. Provinsi NTT juga memiliki potensi sektor perkebunan cukup besar khususnya komoditas tanaman lontar. Pohon lontar tumbuh di 5 (lima) pulau besar di wilayah NTT dengan produksi sebesar 492 ton, selama ini masyarakat

memanfaatkan nira lontar menjadi minuman segar, gula merah dan minuman beralkohol (Diniyah *et al.* 2012), padahal nira lontar dapat diolah menjadi cuka lontar berpotensi untuk menghasilkan produk ekonomis yaitu gelatin. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh jenis larutan perendam dan lama waktu perendaman terhadap karakteristik gelatin dari tulang ikan tuna.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah tulang ikan tuna yang diperoleh dari perusahaan pengolahan di Kota Kupang, nira lontar didapatkan dari petani penyadap di Kota Kupang, asam klorida (Merck), asam asetat glacial (Merck), akuades dan kertas saring. Alat yang digunakan meliputi: Peralatan gelas (Pyrex, Amerika Serikat), timbangan analitik (PW254/ADAM),

Metode Penelitian

Ekstraksi gelatin dengan larutan perendaman yang berbeda

Penelitian tahap pertama yaitu menentukan pengaruh larutan perendam pada pembuatan gelatin, menggunakan prosedur yang telah dilakukan oleh Junianto *et al.* (2006) meliputi proses *degreasing* (penghilangan lemak) dengan merendam tulang dalam air mendidih selama 30 menit sambil diaduk, pengecilan ukuran tulang yaitu 1 cm², pengeringan tulang di bawah sinar matahari dan ekstraksi. Tulang ikan direndam menggunakan larutan asam klorida, asam asetat dan cuka lontar (3%) selama 7 hari, *ossein* (tulang yang sudah lunak karena proses perendaman) dicuci menggunakan air hingga pH 6-7. Ekstraksi gelatin menggunakan akuades pada suhu 70°C selama 7 jam. Ekstrak gelatin dikeringkan menggunakan *oven* pada suhu 50-55°C.

Penentuan waktu terbaik ekstraksi gelatin

Penelitian tahap kedua adalah menentukan waktu terbaik untuk merendam tulang ikan berdasarkan jenis pelarut pada tahap pertama. Metode yang digunakan mengacu pada prosedur Junianto *et al.* (2006)

yang telah dimodifikasi yaitu pada tahap demimeralisasi lama perendaman selama 4, 5 dan 6 minggu menggunakan cuka lontar konsentrasi 3% dan asam klorida 3% selama 4 minggu sebagai kontrol.

Karakterisasi gelatin

Karakterisasi gelatin meliputi pengukuran rendemen mengacu pada Sanaei *et al.* (2013), kadar air (AOAC 1995), kadar abu (AOAC 1995), derajat keasaman (pH) (Gómez-Guillén dan Montero 2001), dan viskositas Metode Ostwald (British Standard 757 1975).

Analisis viskositas berdasarkan penentuan waktu alir akuades dan larutan gelatin konsentrasi 6,67% (b/b) menggunakan viscometer Ostwald 350. Analisis dilakukan dengan mengukur waktu yang diperlukan gelatin untuk mengalir dalam pipa baris batas atas hingga batas bawah, larutan gelatin suhu 40°C dan 60°C, kemudian penentuan berat jenis akuades dan gelatin (densitas). Perhitungan berat jenis dihitung menggunakan Rumus 1, sedangkan perhitungan viskositas dilakukan menggunakan Rumus 2.

Rumus 1:

$$\rho_x = \frac{y}{v}$$

Keterangan;

ρ_x = Densitas gelatin
 y = Berat gelatin (g)
 v = Volume gelatin (mL)

Rumus 2 :

$$\mu_x = \frac{t_x \times \rho_x}{t_s \times \rho_s} \times \mu_s$$

Keterangan ;

μ_x = Viskositas gelatin
 t_x = Waktu alir gelatin
 ρ_x = Densitas gelatin
 μ_s = Viskositas akuades
 t_s = Waktu alir akuades
 ρ_s = Densitas akuades

Analisis Data

Analisis data secara statistik mengikuti Steel dan Torrie (1993). Kenormalan data diuji menggunakan Kolmogorov Smirnov, menggunakan piranti lunak SPSS versi 20.00.

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan pada tahap 1 adalah jenis larutan perendam antara lain: asam klorida 3%, asam asetat 3% dan cuka lontar 3% dan diulang sebanyak 3 (tiga) kali. Uji lanjut dilakukan apabila terdapat perbedaan perlakuan yang digunakan dengan uji beda nyata *Duncan's Multiple Range Test* (Steel dan Torrie 1993) pada selang kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Jenis Larutan Perendam Terhadap Rendemen Gelatin

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penggunaan cuka lontar menghasilkan gelatin dengan rendemen yang tidak berbeda dengan yang dihasilkan HCl ataupun asam asetat ($p > 0,05$). Rendemen gelatin yang dihasilkan menggunakan cuka lontar yaitu $0,90 \pm 0,20\%$, sedangkan dengan menggunakan HCl $0,84 \pm 0,36\%$, dan asam asetat $0,96 \pm 0,20\%$. Faktor yang dapat memengaruhi nilai rendemen adalah pH, lama waktu perendaman dan suhu ekstraksi. Proses *swelling* (pembengkakan), ekstraksi dan pengeringan memengaruhi kualitas gelatin, serta perbedaan jenis asam (Taufik 2011; Kasim 2013).

Rendemen gelatin pada tahap pertama tergolong rendah, hal ini karena tingginya kandungan minyak (*Figure 1*) dalam tulang ikan tuna yang menjadi kendala utama dalam hidrolisis protein kolagen (Miwada dan Simpen 2013). Selain mengurangi efektivitas ekstraksi gelatin, kandungan lemak yang tinggi juga dapat menurunkan kualitas gelatin akibat terbentuknya ketengikan selama penyimpanan. Proses *curing* menggunakan larutan asam dapat mengurangi kadar minyak atau lemak di atas 99%. Penggunaan larutan HCl (asam kuat) mampu menghilangkan pengotor karena dapat bereaksi dengan mineral-mineral yang ada di dalam tulang, dan menghidrolisis beberapa senyawa protein. Cuka lontar dapat digunakan sebagai larutan perendam yang menyamai asam klorida dan asam asetat. Penggunaan cuka lontar sebagai larutan perendam merupakan salah satu upaya pemanfaatan produk lokal dan pembuatan gelatin secara organik yang aman serta bersifat

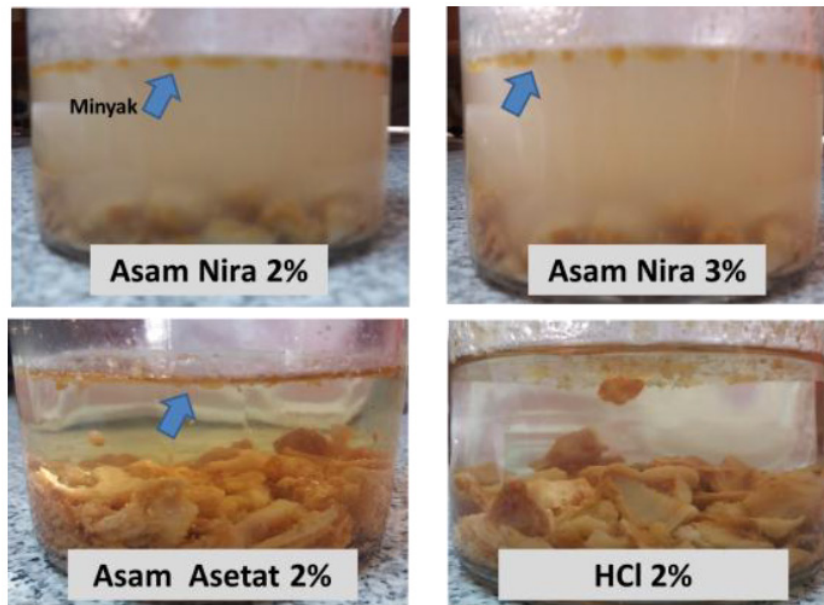


Figure 1 Oil layer formed during immersion process

ramah lingkungan, dibandingkan dengan asam anorganik yang bersifat korosif, toksik dan menyebabkan iritasi (Rowe *et al.* 2009).

Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Kualitas Gelatin

Hasil penelitian tahap kedua menunjukkan bahwa lama waktu perendaman berpengaruh nyata terhadap rendemen gelatin ($p < 0,05$, dengan nilai r -squared 88,20%) dan lebih tinggi dibandingkan tahap pertama (Table 1). Lama waktu perendaman menyebabkan asam semakin banyak terdifusi ke dalam tulang sehingga mengakibatkan semakin banyak kolagen yang terhidrolisis menjadi gelatin (Ulfah 2011). Table 1 menunjukkan lama perendaman berkorelasi positif dengan rendemen gelatin yang dihasilkan. Rendemen gelatin setelah perendaman 6 minggu hampir dua kali lebih besar dibandingkan yang dihasilkan setelah perendaman 4 minggu ($p < 0,05$), akan tetapi, rendemen tersebut tidak berbeda dengan besar rendemen yang dihasilkan setelah 4 minggu perendaman dengan HCl ($p > 0,05$). Cuka lontar termasuk asam lemah sedangkan asam klorida termasuk jenis asam kuat. Asam kuat diketahui membutuhkan waktu yang relatif singkat untuk memutus rantai kolagen menjadi gelatin, namun asam lemah lebih

banyak digunakan dibandingkan asam kuat meskipun membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dibandingkan asam kuat (Pelu 1998). Gelatin yang dihasilkan dari hidrolisis kolagen dengan asam kuat diketahui memiliki bau yang menyengat dan warna yang gelap.

Kadar air gelatin

Lama perendaman juga berpengaruh terhadap kadar air gelatin yang dihasilkan ($p < 0,05$). Kadar air gelatin tulang ikan tuna berkisar antara 4,61–8,40% dan nilai ini sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh BSN (1995) yaitu maksimum 16,00%. Kadar air gelatin semakin kecil dengan semakin lamanya waktu perendaman (Table 1). Kadar air pada waktu perendaman yang semakin lama menurun disebabkan karena struktur kolagen yang semakin terbuka, dengan ikatan yang lemah maka menyebabkan struktur gelatin yang lemah, sehingga daya ikat air menjadi melemah. Daya ikat air yang lemah menyebabkan air mudah menguap pada saat pengeringan (Astawan *et al.* 2002).

Kadar abu gelatin

Kadar abu gelatin tulang ikan berkisar antara 6,36–7,12%. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan jenis larutan perendaman tidak memberikan

Table 1 Characteristics of gelatin from tuna bone after hydrolysis using lontar vinegar

Parameter	Control HCl 3%		Lontar vinegar 3%		Standard
	(4 weeks)	(4 weeks)	(5 weeks)	(6 weeks)	
Yield (%)	13.1716±0.01 ^a	8.0103±0.01 ^b	9.0604±0.01 ^b	13.0700±0,00 ^a	-
Moisture (%)	8.4011±0.30 ^a	6.9149±0.53 ^b	5.0811±0.09 ^c	4.6102±0.30 ^c	16.00*
Ash (%)	6.3633±2.07 ^a	6.5667±0.82 ^a	7.0100±0.40 ^a	7.1200±1.14 ^a	3.25*
pH	3.7300±0.35 ^a	5.3333±0.24 ^b	4.2200±0.03 ^a	4.5433±0.03 ^b	3-6*
Viscosity(cP)	18.5267±0.64 ^a	20.9333±0.43 ^b	20.3533±0.33 ^b	20.1700±0.09 ^b	1.5-7.5**

*SNI (1995); **GMIA (2012)

pengaruh nyata ($p > 0,05$, nilai r -squared 9,9%) terhadap kadar abu gelatin yang dihasilkan (Table 1). Sifat fisik dan kimia dari gelatin sangat dipengaruhi oleh bahan baku, umur hewan, tipe kolagen, metode pembuatan, tipe jaringan, spesies, karakteristik kolagen dan proses perlakuan (Gomez *et al.* 2009; Kołodziejska *et al.* 2008).

Kadar abu gelatin tulang ikan tuna yang tinggi disebabkan karena masih adanya kandungan kalsium, terlihat dari warna gelatin kuning keruh (Figure 2). Gelatin yang dihasilkan mengandung mineral karena tidak adanya proses penyaringan sebelum gelatin dikeringkan. Penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa metode penyaringan (Idiawati *et al.* 2014, Puspawati *et al.* 2014) alat dan ukuran penyaringnya (Kusumawati *et al.* 2008) serta bahan baku (Santoso *et al.* 2013 dan Trilaksana *et al.* 2012) pada pembuatan gelatin memengaruhi kadar abu. Selain itu, gelatin pada penelitian ini diekstraksi dari tulang ikan yang diketahui mengandung banyak mineral.

Derajat keasaman (pH) gelatin

Lama waktu perendaman juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap pH gelatin ($p < 0,05$). Nilai pH tertinggi terdapat pada perlakuan cuka lontar lama dengan lama perendaman 4 minggu) yaitu 5,33 sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan kontrol 3,73. Hal tersebut diduga disebabkan karena masih adanya sisa-sisa asam klorida yang digunakan pada saat proses perendaman sehingga masih terbawa pada saat proses ekstraksi (Table 1). Ekstraksi

gelatin pada produk pangan ditentukan oleh kondisi pH. Konsentrasi asam yang tinggi mengakibatkan nilai pH semakin menurun karena asam yang terdifusi pada jaringan ikan tuna lebih banyak dan pada proses pencucian, asam yang tertinggal lebih banyak (Agustin dan Sompie 2015). Proses pencucian yang tidak optimal juga berpotensi menyisakan asam berlebih dalam rongga *ossein* (tulang yang sudah lunak karena proses perendaman), sehingga gelatin yang diperoleh memiliki pH yang lebih rendah dan tidak memenuhi standar (Alfaro *et al.* 2013; Kusumawati *et al.* 2008).

Gelatin pada penelitian ini masih aman untuk dikonsumsi karena memiliki pH sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh SNI yaitu 3–6, artinya pencucian *ossein* yang dilakukan dalam penelitian sudah baik. Menurut Agustin dan Sompie (2015) gelatin dengan pH rendah baik digunakan dalam produk sirup asam, produk *juice*, dan *mayonnaise*.

Viskositas gelatin

Viskositas gelatin tidak berbeda nyata pada berbagai lama perendaman, namun viskositas gelatin ini masih lebih tinggi dibandingkan dengan yang diekstraksi HCl. Hal ini disebabkan karena asam klorida termasuk ke dalam asam kuat yang mampu memecah ikatan peptida asam amino menjadi rantai molekul yang sangat pendek sehingga viskositasnya menurun. Bahan *curing* golongan asam lemah, dapat meningkatkan nilai viskositas karena mampu memecah ikatan peptida pada ikatan yang tepat dengan molekul yang lebih panjang



Figure 2 Cloudy gelatin was formed due to high calcium content.

(Amertaningtyas *et al.* 2014). Viskositas adalah kemampuan menahan dari suatu cairan untuk mengalir. Proses aliran suatu zat cair dipengaruhi oleh kekentalan atau viskositas yang terjadi akibat adanya adsorpsi dan pengembangan koloid (Iqbal *et al.* 2015).

Viskositas gelatin penelitian ini lebih tinggi dibandingkan gelatin ikan lele dumbo, kulit kambing, ceke ayam, kulit ikan nila dan tulang sapi (Hidayat *et al.* 2016; Iqbal *et al.* 2015; Perwitasari 2008; Said *et al.* 2011) dan memenuhi standar GMIA (2012) yaitu 1,5–7,5 cP. Faktor yang memengaruhi viskositas di antaranya pH (Abustam *et al.* 2008). Konsentrasi asam yang semakin tinggi, menyebabkan kation asam semakin banyak yang terperangkap dalam *ossein*, sehingga pH yang terukur semakin rendah (asam) dan hidrolisis kolagen akan berlanjut pada proses penguraian polimer kolagen (Kusumawati *et al.* 2008).

KESIMPULAN

Lama waktu perendaman berpengaruh nyata terhadap rendemen, kadar air dan pH, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu dan viskositas gelatin yang dihasilkan. Gelatin tulang ikan tuna terbaik dihasilkan dengan metode perendaman cuka lontar 3% selama 6 (enam) minggu, dengan nilai rendemen 13,07%, kadar air 4,61%, abu 7,12%, pH 4,54 dan viskositas 20,17 cP.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Balitbangda) Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) yang telah membiayai penelitian ini melalui DPA SKPD Tahun Anggaran 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Abustam E, Ali HM, Said MI, Likadja JCH. 2008. Sifat fisik gelatin kulit kaki ayam melalui proses denaturasi asam, alkali dan enzim. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner: 724-729. Bogor, 11–12 Nopember 2008: Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bogor.
- Agustin AT, Sompie M. 2015. Kajian gelatin kulit ikan tuna (*Thunnus albacores*) yang diproses menggunakan asam asetat. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1(5): 1186–1189.
- Alfaro ADT, Fonseca GG, Balbinot E, Machado A, Prentice C. 2013. Physical and chemical properties of wami tilapia skin gelatin. *Food Science and Technology Campinas*. 33(3): 592-595.
- Amertaningtyas D, Thohari I, Purwadi, Radiati LE, Rosyidi D, Jaya F. 2014. Pengaruh konsentrasi larutan kapur sebagai curing terhadap kualitas fisiko-kimia dan organoleptik gelatin kulit

- kambing peranakan ettawah (PE). *Jurnal Ilmu- ilmu Peternakan*. 24(2): 1-7.
- [AOAC] Association of Analytical Chemist Publisher. 1995. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. Washington, DC Arlington Virginia USA: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Arima IK, Fithriyah NH. 2015. Pengaruh waktu perendaman dalam asam terhadap rendemen gelatin dari tulang ikan nila merah. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi: 1-6. Jakarta, 17 November 2015: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Astawan M, Hariyadi P, Mulyani A. 2002. Analisis sifat reologi gelatin dari kulit ikan cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 13(1): 38-46.
- Diniyah N, Wijanarko S B dan Purnomo H. 2012. Teknologi pengolahan gula coklat cair nira siwalan (*Borassus flabeliffer L.*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 23(1): 53-57.
- Eveline, Santoso J, Widjaja I. 2011. Kajian konsentrasi dan rasio gelatin dari kulit ikan patin dan kappa karagenan pada pembuatan jeli. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18 (2): 98-105.
- [GMIA] Gelatin Manufacturers Institue of America. 2012. Gelatin handbook. <http://www.gelatin-gmia.com>. (Diakses tanggal 18 Agustus 2016).
- Gomez EJ, Gimenez B, Montero P, Gomez-Guillen MC. 2009. Incorporation of antioxidant borage extract into edible films based on sole skin gelatin or a commercial fish gelatin. *Journal of Food Engineering*. 92(1) : 78-85.
- 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.
- Hariyanto, Sambudi YJ. 2010. Pembuatan gelatin dari tulang ikan air tawar (*Anabantidae*). tugas akhir. Surakarta (ID): Fakultas Teknik Universitas Negeri Surakarta.
- Herpandi, Huda N, Adzitey A. 2011. Fish bone and scale as a potential source of halal gelatin. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 6(4): 379-389.
- Hidayat G, Eko ND, Laras R. 2016. Karakteristik gelatin tulang ikan nila dengan hidrolisis menggunakan asam fosfat dan enzim papain. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(1): 36–43.
- Huda WN, Atmaka W, Nurhartadi E. 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.
- Idiawati N, Maulida R, Arianie L. 2014. Pengaruh konsentrasi asam klorida pada ekstraksi gelatin dari ikan tulang tenggiri. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*. 5(1): 1-9.
- Iqbal MC, Anam AA, Ridwan. 2015. Optimasi rendemen dan kekuatan gel gelatin ekstrak tulang ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus sp.*). *Jurnal Teknosains Pangan*. 9(4):8-10.
- Junianto, Haetami K, I Made M. 2006. Produksi gelatin dari tulang ikan dan pemanfaatannya sebagai bahan dasar pembuatan cangkang kapsul [Laporan Penelitian Hibah Bersaing]. Bandung (ID): Universitas Padjadjaran.
- Kasim S. 2013. Pengaruh variasi jenis pelarut asam pada ekstraksi kolagen dari ikan pari (*Himantura gerrardi*) dan ikan tuna (*Thunnus sp.*). *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 17(2): 35–38.
- Kołodziejska I, Skierka E, Sadowska M, Kołodziejski W, Niecikowska C. 2008. Effect of extracting time and temperature on yield of gelatine from different fish offal. *Food Chemistry*. 107: 700–706.
- Kusumawati R, Tazwir A, Wawasto. 2008. Pengaruh perendaman dalam asam klorida terhadap kualitas gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*). *Jurnal Pacapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3(1): 63-68.
- Miskah SIM, Ramadianti, Hanif. 2010. Pengaruh konsentrasi CH_3COOH

- dan HCl sebagai pelarut dan waktu perendaman pada pembuatan gelatin berbahan baku tulang kulit kaki ayam. *Jurnal Teknik Kimia*. 17(1): 1-6.
- Miwada INS dan Simpen. 2013. Kajian waktu curing asam asetat dan rasio kombinasi kloroform-etanol untuk ekstraksi protein kulit cefer. *Majalah Ilmiah Peternakan*. 16(1): 28- 31.
- Nora I, Rina M, Lucy A. 2014. Pengaruh konsentrasi asam klorida pada ekstraksi gelatin dari ikan tulang tenggiri. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*. 5(1):1-9.
- Nurilmala M, Jacoeb AM, Dzaky RA. 2017. Karakteristik gelatin kulit ikan tuna sirip kuning. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 339- 350.
- Pelu H, Herawati S, Chasanah E. 1998. Ekstraksi gelatin dari kulit ikan tuna (*Thunnus* sp.) melalui proses asam. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 4(2): 6-74.
- Purnomo E. 1991. *Penyamakan Kulit Kaki Ayam*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Puspawati NM, Simpen IN, Suciptawati NLP. 2014. Karakteristik sifat fisiko kimia gelatin halal yang diekstrak dari kulit ayam broiler melalui variasi suhu. *Jurnal Kimia*. 8(1): 127-136.
- Perwitasari DS. 2008. Hidrolisis tulang sapi menggunakan HCl untuk pembuatan gelatin. Surabaya (ID): Seminar Nasional Soemardjo Brotohardjono.
- Rowe RC, Paul J. Sheskey, Marian EQ. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 6th Ed. London (USA): The Pharmaceutical Press.
- Said MI, Triatmojo S, Erwanto Y, Fudholi A. 2011. Karakteristik gelatin kulit kambing yang diproduksi melalui proses asam basa. *Jurnal Agritech*. 31(3): 0216-0455.
- Sanaei AV, Mahmoodani F, See SF, Yusop SM, Babji AS. 2013. Optimization of gelatin extraction and physico-chemical properties of catfish (*Clarias gariepinus*) bone gelatin. *International Food Research Journal*. 20(1): 423.
- Santoso J, Shynie, Manurung SI. 2013. Pemanfaatan hasil tangkapan sampingan ikan cucut dan ikan pari dalam pembuatan gelatin. *Jurnal Marine Fisheries*. 4(1): 75-83.
- Setiawati IH. 2009. Karakteristik mutu fisika kimia gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus* sp.) hasil proses perlakuan asam. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Soefiyandari R. 2016. Penggunaan pelarut asam asetat pada proses demineralisasi tulang ikan bandeng (*Chanos chanos*) terhadap produksi gelatin. [Tesis]. Surabaya (ID): Universitas Airlangga.
- Steel RGD dan Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika (Pendekatan Biometrik)* Penerjemah B. Sumantri. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.
- Sugihartono. 2014. Kajian gelatin dari kulit sapi limbah sebagai *renewable flocculants* untuk proses pengolahan air. *Jurnal Riset Industri*. 8(3): 179-189.
- Suptijah P, Suseno SH, Anwar C. 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.
- Taufik M. 2011. Kajian potensi kulit kaki ayam broiler sebagai bahan baku gelatin dan aplikasinya dalam edible film antibakteri. [Disertasi]. Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada.
- Trilaksana W, Nurilmala M, Setiawati IH. 2012. Ekstraksi gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus* sp.) dengan proses perlakuan asam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 15(3): 240-251.
- Ulfah M. 2011. Pengaruh konsentrasi larutan asam asetat dan lama perendaman terhadap sifat-sifat gelatin cefer ayam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 15(3): 240-251.
- Zakaria S, Bakar NHA. 2015. Extraction and characterization of gelatin from black tilapia (*Oreochromis niloticus*) scale and bones. Kota Kinabalu (MY): International Conference On Advances In Science, Engineering, Technology And Natural Resources.