KARAKTERISTIK MUTU GELATIN CEKER AYAM SEBAGAI ALTERNATIF GELATIN HALAL

Quality Characteristic of Chicken Feet Gelatin as Alternative of Halal Gelatin

Miskiyah, Kirana Sanggrami Sasmitaloka, Elmi Kamsiati, Juniawati, dan Agus Budiyo

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No 12 Bogor, 16114

email : miski.pascapanen2015@gmail.com

Diterima: 5 Februari 2020, Direvisi: 15 Oktober 2020, Disetujui: 26 November 2020

Abstrak

Gelatin merupakan bahan tambahan pangan asal hewani yang peranannya cukup penting dalam proses produksi pangan yang berfungsi sebagai pengemulsi, penstabil, memperbaiki tekstur produk pangan, dan pengental. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik mutu gelatin ceker ayam yang diekstraksi dengan perlakuan kombinasi basa dan asam. Penelitian didesain menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan jenis pelarut ekstraksi: Perendaman pada NaOH 0,2% dan asam asetat 5% (A); Perendaman pada NaOH 0,1% dan asam sitrat 5% (B); dan Perendaman pada NaOH 1% dan Asam sitrat 5% (C). Analisis produk gelatin meliputi kadar lemak, kadar protein, kekuatan gel, pH, dan kandungan logam. Penggunaan pelarut asam dan basa untuk menghidrolisis ceker ayam menghasilkan gelatin dengan karakteristik mutu yang berbeda nyata ($p < 0,05$). Proses produksi gelatin menggunakan perlakuan perendaman NaOH 0,2% dan asam asetat 5% menunjukkan karakteristik yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Gelatin tersebut mempunyai karakteristik yang memenuhi standar SNI gelatin (06-3735:1995) dan lebih baik dibandingkan gelatin komersial.

Kata Kunci: Gelatin, hidrolisis, ceker ayam, sifat fisikokimia

Abstract

Gelatin is food additive material from animal origin that plays a vital role in the process of food production that acts as an emulsifier, stabilizer, texturizer, and thickening agents. This research was conducted to study the quality characteristics of chicken feet gelatin extracted by a combination of alkaline and acid treatments. The research was set up in a completely randomized design with various kinds of solvent extraction: soaking in NaOH 0.2% and acetic acid 5% (A); soaking in NaOH 0.1% and citric acid 5% (B); soaking in NaOH 1% and citric acid 5% (C). Gelatin products were analyzed for fat and protein contents, gel strength, pH, and metal content. As result, the use of acid and alkali solvents for hydrolyzing chicken feet produced the quality characteristics of gelatin with significantly different ($p < 0.05$). The production process of gelatin using 0.2% NaOH immersion treatment and 5% acetic acid showed the best characteristics compared to other treatments. This gelatin had characteristics that almost matched to SNI gelatin (06-3735:1995) standard and it was better than commercial gelatin.

Key Words: Gelatin, hydrolysis, chicken feet, physicochemical properties

1. PENDAHULUAN

Gelatin sebagai salah satu bahan pendukung atau bahan tambahan pangan (BTP) asal hewani yang sangat penting dalam proses produksi pangan dan pemanfaatannya sangat banyak (Miskiyah *et al*, 2019). Gelatin sebagai produk alami yang diproses dengan hidrolisis parsial kolagen dari kulit dan tulang hewan. Kuan *et al* (2016) memperkirakan bahwa saat ini sekitar 98,5% gelatin dunia diproduksi dari daging, tulang, dan kulit babi. Berdasarkan hasil studi banyak produsen lebih memilih menggunakan babi sebagai bahan baku untuk

pembuatan gelatin karena lebih ekonomis dan efisien.

Hingga saat ini terus dilakukan eksplorasi terkait kehalalan sumber bahan baku dan proses produksi gelatin, serta teknologi produksi yang efisien untuk menghasilkan gelatin yang sesuai mutunya. Selain itu terkait kemampuan gelatin untuk diaplikasikan pada produk pangan, dan juga aspek keamanan pangan, jaminan kehalalan bagi konsumen muslim.

Ceker ayam merupakan salah satu bahan baku yang berpotensi sebagai penghasil gelatin. Data statistik peternakan tahun 2017 menunjukkan bahwa produksi daging ayam

sebanyak 1.848.060 ton, bila berat ayam rata-rata per ekornya 1,2 kg maka ayam yang dipotong selama tahun 2017 sebanyak 1.540.050 ekor sehingga ceker ayam yang dihasilkan sebanyak 3.080.100 potong. Pemanfaatan ceker ayam menjadi bahan baku gelatin hasil penelitian sebelumnya menghasilkan gelatin dengan mutu yang memenuhi persyaratan SNI gelatin (SNI 06-3735:1995)(Miskiyah *et.al*, 2019), namun ada kekurangan yaitu kadar lemak pada gelatin ceker ayam yang dihasilkan masih cukup tinggi. Hal ini yang menjadi pembatas sehingga gelatin yang dihasilkan berbau amis yang diakibatkan oleh lemak yang masih terjerap dalam gelatin tersebut. Padahal pengolahan gelatin tersebut berpotensi untuk meningkatkan nilai tambah yang cukup tinggi dan meningkatkan ketersediaan gelatin halal. Dengan demikian diperlukan eksplorasi lebih lanjut sehingga mampu memperbaiki mutu gelatin ceker ayam yang telah dihasilkan. Tujuan penelitian untuk mengetahui karakteristik mutu gelatin ceker ayam yang diekstraksi dengan perlakuan kombinasi basa dan asam.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kolagen adalah komponen utama penyusun protein (25-30 %) pada tulang, kulit dan jaringan ikat hewan (Muller dan Werner, 2003). Kaki ayam broiler mengandung kolagen sebesar $516,6 \pm 28,9$ mg/g (Cheng *et al*, 2009). Gelatin merupakan senyawa turunan yang dihasilkan dari serabut kolagen yang dihidrolisis dengan asam atau basa berdasarkan kekuatan ikatan kovalen silang protein dan jenis bahan yang diekstrak (Gilsenar and Ross-Murphy 2000). Asam yang umum digunakan untuk hidrolisis antara lain HCl, H₂SO₄, H₂PO₄, CH₃COOH, dan asam sitrat sedangkan basa yang umum digunakan adalah NaOH dan KOH.

Bahan baku dan metode ekstraksi mempengaruhi karakteristik fisikokimia gelatin (Cheow *et al*, 2007) yang selanjutnya menjadi penentu kualitas gelatin. Gelatin kulit babi memiliki kekuatan gel yang lebih tinggi (330,57 g bloom) dibandingkan dengan gelatin kulit sapi (193,49 g bloom) (Raja Mohd Hafidz *et al*, 2011). Proses produksi gelatin ceker ayam melalui hidrolisis asam asetat 4 % selama 16 jam dan waktu ekstraksi selama 6 jam menghasilkan kekuatan gel 294,78 g bloom (Almedia *et al*, 2013). Ekstraksi gelatin ceker ayam dengan hidrolisis asam asetat 1 % selama 2 hari menghasilkan kekuatan gel yang lebih tinggi dibandingkan dengan hidrolisis menggunakan HCl 1 % dan NaOH 1 %

(Miskiyah *et al*, 2019). Kombinasi perlakuan asam dan basa dapat meningkatkan rendemen gelatin dan kekuatan gelnya (Zhou and Regenstein 2005).

3. METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Laboratorium Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, Kementerian Pertanian. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari - Juni 2019. Bahan utama yang digunakan adalah ceker ayam yang diperoleh dari CV. Jambu Raya di Bogor, Jawa Barat. Perusahaan tersebut telah memiliki sertifikat halal (No 01014001641007), sehingga bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini terjamin halal. Sebagai pembanding digunakan gelatin komersial merek Gelita (PT. Delisari Nusantara). Bahan kimia yang digunakan adalah NaOH (teknis), CH₃COOH (teknis), dan Asam Sitrat (teknis). Alat-alat yang digunakan adalah panci bertekanan, pH meter, timbangan digital, labu erlenmeyer, tabung reaksi, pipet, pemanas, *refrigerator*, oven, pengaduk, panci, kemasan *aluminium foil*, *buret*, dll.

3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 kali ulangan. Perlakuan dipilih berdasarkan hasil penelitian sebelumnya. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Perendaman pada NaOH 0,2% dan asam asetat 5% (A); Perendaman pada NaOH 0,1% dan asam sitrat 5% (B); dan Perendaman pada NaOH 1% dan Asam sitrat 5% (C).

3.2 Proses Pembuatan Gelatin (modifikasi dari Shyni *et al.*, 2014)

Ceker ayam dibersihkan dengan pencucian untuk membuang kotoran, kemudian direndam dalam air panas selama 30 menit, dan ditiriskan. Selanjutnya direndam ke dalam larutan basa sesuai perlakuan (NaOH) dengan perbandingan 1: 3 (b/v; berat/volume) selama 2 jam dan dicuci dengan air mengalir hingga pH netral. Kemudian dilakukan perendaman asam sesuai perlakuan (asam asetat atau asam sitrat) dengan perbandingan 1: 3 (b/v; berat/volume) selama 2 jam dan dicuci dengan air mengalir hingga pH netral. Setelah proses perendaman dilakukan proses ekstraksi menggunakan panci bertekanan 1 atm pada suhu 100 °C selama 1 jam. Hasil ekstraksi disaring dan dilakukan dekantasi untuk memisahkan lemaknya yang tersisa menggunakan corong pisah. Hasil ekstraksi yang telah dipisahkan lemaknya, disangrai dengan *Teflon* pada suhu 70°C untuk

mengurangi kadar airnya dan dilanjutkan pengeringan dengan oven sampai kering. Lembaran gelatin yang sudah kering dihaluskan dengan *blender*, kemudian dikemas rapat.

3.3 Analisis Kimia

Analisis kimia yang dilakukan terdiri dari analisis kadar protein menggunakan metode *semimikro Kjeldahl* (SNI, 1992), Kadar lemak menggunakan metode ekstraksi langsung menggunakan *Soxhlet* (SNI, 1992), kandungan logam (SNI, 1998), dan pH (Alfaro *et al.*, 2013).

3.4 Analisis Fisik Gelatin

Analisis fisik yang dilakukan yaaitu analisis kekuatan gel. Analisis tersebut diukur menggunakan metode Zhang *et al.* (2016).

3.5 Analisis Statistik

Data yang diperoleh diolah menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$) menggunakan paket program SPSS 21.0 *Statistic Software*. Hasil analisis data dibandingkan dengan skor pada gelatin komersial dan SNI 06-3735-1995 tentang mutu dan cara uji gelatin.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Lemak

Hasil analisis kadar lemak pada gelatin ceker ayam disajikan pada Tabel 1. Kadar lemak berpengaruh terhadap mutu penyimpanan gelatin. Lemak berhubungan dengan mutu karena kerusakan lemak dapat menurunkan nilai gizi serta menyebabkan penyimpangan rasa atau bau. Gelatin bermutu tinggi memiliki kandungan lemak yang rendah bahkan tidak mengandung lemak.

Kadar lemak yang tidak melebihi batas 5% merupakan salah satu persyaratan mutu gelatin (SNI 06-3735: 1995). Kadar lemak gelatin dengan perlakuan A (perendaman pada NaOH 0,2% dan asam setat 5%) dan B (peredaman pada NaOH 0,1% dan asam sitrat 5%) sesuai dengan SNI Gelatin ((SNI 06-3735:1995). Sedangkan kadar lemak gelatin dengan perlakuan C (Perendaman pada NaOH 1% dan Asam sitrat 5%). Menurut Bkhairia *et al.* (2016) kadar lemak yang rendah membuktikan

bahwa kualitas gelatin yang baik diperoleh dari proses penghilangan lemak dan mineral secara tepat. Rendahnya kadar lemak ini memungkinkan gelatin dapat disimpan dalam waktu lama tanpa menimbulkan bau dan rasa tengik. Hasil analisis statistik menunjukkan kadar lemak gelatin yang diproses dengan asam asetat dan asam sitrat tidak berbeda nyata. Proses ekstraksi kombinasi perlakuan NaOH 1% dan asam sitrat 5% menunjukkan kadar lemak $5,19 \pm 3,0$ %. Tingginya kadar lemak tersebut dapat disebabkan oleh tingginya konsentrasi NaOH yang digunakan untuk perendaman ceker ayam sehingga terjadi *exstruction* lemak dalam sel dan meningkatkan kadar lemaknya. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Yang *et al.*, (2008) yang menyatakan bahwa pelarut basa hanya bisa menghidrolisis lemak *triple helix* menjadi *double helix* sehingga tingkat ekstraksi lemak dalam sel belum optimal dan kadar lemak yang terkandung dalam gelatin masih tinggi.

4.2 Kadar Protein

Gelatin merupakan salah satu jenis konversi protein yang dihasilkan dari proses hidrolisis kolagen sehingga memiliki kadar protein yang tinggi. Amiza *et al.* (2015) menjelaskan bahwa gelatin yang memiliki kadar protein tinggi banyak mengandung residu asam amino penyusun gelatin dan kemungkinan memiliki rantai polipeptida yang panjang, ikatan antar molekul protein juga kuat sehingga semakin besar daya ikatannya terhadap air.

Hasil analisis statistik menunjukkan kadar protein gelatin yang diproses dengan asam asetat dan asam sitrat tidak berbeda nyata. Proses kombinasi perlakuan NaOH 0,2% dan asam asetat 5% menunjukkan kadar protein $80,69 \pm 1,37$. Tingginya kadar protein gelatin menunjukkan tingkat kemurnian gelatin yang baik, sesuai dengan pernyataan Sompie (2015) bahwa proses hidrolisis kolagen menghasilkan kadar protein gelatin yang sangat tinggi. Apabila dibandingkan dengan gelatin komersial dan SNI Gelatin (SNI 06-3735:1995), maka gelatin ceker ayam berpotensi untuk dieksplor sebagai alternatif sumber bahan baku gelatin.

Tabel 1 Kadar lemak dan protein gelatin ceker ayam hasil ekstraksi basa dan asam.

Perlakuan	Kadar Lemak (%)	Kadar Protein (%)
A	$2,35 \pm 0,70^a$	$80,69 \pm 1,37^{bc}$
B	$1,52 \pm 0,14^a$	$74,93 \pm 3,13^{ab}$

Perlakuan	Kadar Lemak (%)	Kadar Protein (%)
C	5,19±3,00 ^b	74,58±1,13 ^a
Gelatin komersial	0,54 ± 0,04	89,40 ± 0,58
SNI Gelatin 063735-1995	Maks 5	Maks 87,65

Keterangan : huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$)

A: Perendaman pada NaOH 0,2% dan asam asetat 5%

B: Peredaman pada NaOH 0,1% dan asam sitrat 5%

C: Perendaman pada NaOH 1% dan Asam sitrat 5%

4.3 Kekuatan Gel

Kekuatan gel merupakan salah satu parameter penting dalam mengidentifikasi karakteristik gelatin. Kekuatan gel dapat menentukan aplikasi gelatin pada produk pangan atau non pangan tertentu. Kekuatan gel menunjukkan kemampuan gelatin untuk berubah dari fase gel menjadi sol dan sebaliknya. Sifat fisik tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan waktu *curing* (Kolodziejska *et al.*, 2003). Hasil analisis kekuatan gel gelatin ceker ayam disajikan pada Tabel 2. Gelatin ceker ayam memiliki kekuatan gel berkisar 66,046 – 164,444 g bloom. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan kekuatan gel pada gelatin komersial. Penggunaan asam asetat untuk mengekstraksi gelatin menghasilkan kekuatan gel yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam sitrat. Selain itu

peningkatan nilai kekuatan gel dengan meningkatnya penerapan konsentrasi bahan *curing*, karena bahan *curing* tersebut bekerja dalam memecah rantai polimer asam amino pada batas yang tepat dan optimum, sehingga pada akhirnya memberi efek perbaikan dalam proses pembentukan gel. Rantai monomer asam amino yang satu dengan yang lain selanjutnya saling menggabung membentuk struktur tiga dimensi yang kontinyu dan mengikat air membentuk struktur gel yang kompak. Kekuatan gel sangat tergantung pada ikatan hidrogen antara molekul air dengan kelompok hidroksil bebas dari kelompok asam amino, ukuran rantai protein, konsentrasi serta distribusi berat molekul kolagen (Bhat dan Karim, 2008).

Tabel 2 Hasil analisis terhadap kekuatan gel, pH.

Perlakuan	Kekuatan gel(bloom)	pH
A	164,44	5,94
B	66,05	5,23
C	90,47	5,15
Gelatin komersial	70,85	6,31
SNI Gelatin (063735-1995)	50-300	4,5 – 6,5

Keterangan : A: Perendaman pada NaOH 0,2% dan asam asetat 5%

B: Peredaman pada NaOH 0,1% dan asam sitrat 5%

C: Perendaman pada NaOH 1% dan Asam sitrat 5%

Gelatin yang memiliki kekuatan gel yang tinggi umumnya lebih disukai karena penerapannya lebih mudah. Berdasarkan standard SNI gelatin(SNI 06-3735:1995), gelatin ceker ayam masih memenuhi standar yang dipersyaratkan, yaitu 50-300 g bloom. Penggunaan konsentrasi bahan perendam yang tinggi, baik asam maupun basa dalam proses produksi gelatin dapat menyebabkan nilai kekuatan gel meningkat maupun menurun (Ockerman dan Hansen, 2000), sedangkan kualitas gelatin yang dihasilkan dari suatu proses produksi sangat tergantung pada proses ekstraksi yang dilakukan terhadap protein kolagen (Kasankala *et al.*, 2007). Kekuatan gel

tertinggi diperoleh pada proses perendaman menggunakan NaOH 0,2% dan asam asetat 5%.

4.4 pH

Salah satu faktor yang mempengaruhi aplikasi gelatin dalam produk adalah pH. Agnes *et al.* (2015) pada penelitiannya menjelaskan bahwa gelatin dengan pH netral diaplikasikan untuk produk daging, farmasi, kromatografi, cat, dan sebagainya. Gelatin dengan pH rendah digunakan untuk produk *juice*, jelly, sirup dan sebagainya. Nilai pH gelatin ini sangat dipengaruhi oleh jenis larutan perendam yang digunakan untuk mengekstrak gelatin tersebut.

Hasil pengukuran pH gelatin ceker ayam disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan data pada Tabel 3, gelatin ceker ayam yang dihasilkan memiliki pH asam berkisar 5,15-5,94. Nilai pH tersebut lebih rendah dibandingkan pH gelatin komersial, yaitu 6,31. Menurut Yang *et al.*, (2008), pH gelatin dipengaruhi oleh proses ekstraksi yang digunakan. Nilai pH yang dihasilkan tergantung pada pelarut yang digunakan pada proses perendaman. Proses asam akan menghasilkan pH rendah, sedangkan proses basa akan menghasilkan pH tinggi. Pada penelitian ini, proses perendaman menggunakan kombinasi pelarut basa dan asam. Setelah dilakukan perendaman menggunakan pelarut basa, ceker ayam dinetralkan menggunakan air mengalir dan dilanjutkan dengan perendaman pada pelarut asam. Walaupun sudah dinetralkan, masih terdapat residu asam dalam gelatin ceker ayam yang dihasilkan. Sehingga gelatin ceker ayam yang dihasilkan memiliki pH yang rendah (bersifat asam). Menurut Ninan *et al.*, (2012), pada saat dilakukan proses perendaman, maka serabut kolagen akan mengalami proses pembengkakan yang menyebabkan struktur ikatan asam amino pada molekul kolagen mengalami pembukaan dan pelarut

“terperangkap” di antara ikatan tersebut dan tidak larut saat proses netralisasi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pH gelatin ceker ayam dan gelatin komersial telah sesuai dengan standar SNI gelatin (SNI 06-3735:1995) yaitu pH antara 4,5-6,5.

4.5 Kandungan Residu Logam

Hasil analisis menunjukkan bahwa gelatin ceker ayam tidak memiliki kandungan logam arsen dan sulfit (Tabel 3). Hal ini dikarenakan gelatin ceker ayam memiliki kadar abu yang rendah. Yuniarifin *et al.*, (2006) menyebutkan bahwa kadar abu akan mempengaruhi kandungan mineral dalam produk yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar abu, maka semakin tinggi kandungan mineral dalam produk. Penggunaan kombinasi pelarut asam dan basa untuk hidrolisis protein terbukti dapat meminimalisir kandungan logam dalam gelatin. Kandungan residu logam pada gelatin komersial lebih tinggi dibandingkan gelatin ceker ayam. Walaupun demikian, kandungan residu logam pada gelatin komersial masih memenuhi prasyarat SNI gelatin (SNI 06-3735:1995). Hal ini menunjukkan bahwa gelatin ceker ayam yang dihasilkan memiliki kualitas yang bagus dan tingkat kemurnian yang tinggi.

Tabel 3 Kandungan residu Arsen dan residu sulfit pada gelatin ceker ayam.

Parameter	Arsen (As) (ppm)	Sulfit (ppm)
Gelatin Ceker Ayam	Ttd	Ttd
Gelatin komersial	ttd-0,04	12,075
SNI Gelatin (SNI 063735: 1995)	Maksimal 2	Maksimal 1000

Keterangan: ttd : tidak terdeteksi

5. KESIMPULAN

1. Gelatin ceker ayam yang diproses menggunakan perlakuan perendaman NaOH 0,2% dan asam asetat 5% mempunyai kandungan lemak $2,35 \pm 0,70$; protein $80,69 \pm 1,37$; kekuatan gel $164,44$ bloom; pH 5,94; Arsen : tidak terdeteksi (ttd) dan sulfit : tidak terdeteksi (ttd). Gelatin ceker ayam tersebut mempunyai karakteristik lebih baik dibandingkan gelatin komersial.
2. Karakteristik mutu fisikokimia gelatin ceker ayam memenuhi persyaratan SNI, sehingga dapat dijadikan alternatif bahan baku gelatin halal

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian yang telah mendanai kegiatan penelitian tersebut melalui DIPA tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, A. T., & Sompie, M. E. I. T. Y. (2015). Kajian gelatin kulit ikan tuna (*Thunnus albacares*) yang diproses menggunakan asam asetat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1(5), 1186-1189.
- Alfaro, A. D. T., Fonseca, G. G., Balbinot, E., Machado, A., & Prentice, C. (2013). Physical and chemical properties of wami

- tilapia skin gelatin. *Food Science and Technology*, 33(3), 592-595.
- Amiza, M. A., Wan Maizatun Shima, W. M., Nor Hayati, I., & Nizaha Juhaida, M. (2015). Optimization of gelatin extraction conditions from Cobia (*Rachycentron canadum*) skin and its physicochemical characteristics as compared to bovine gelatin. *International Food Research Journal*, 22(1).
- Bkhairia, I., Mhamdi, S., Jridi, M., & Nasri, M. (2016). New acidic proteases from *Liza aurata* viscera: Characterization and application in gelatin production. *International journal of biological macromolecules*, 92, 533-542.
- Bhat, R., & Karim, A. A. (2009). Ultraviolet irradiation improves gel strength of fish gelatin. *Food chemistry*, 113(4), 1160-1164.
- Cheow, C.S., Norizah, M.S., Kyaw, Z.Y. & Howell, N.K. 2007. Preparation and characterisation of gelatins from the skins of sin croaker (*Johnius dussumieri*) and shortfin scad (*Decapterus macrosoma*). *Food Chemistry* 101: 386-391.
- Gilsenan PM, Ross-Murphy SB. 2000. Rheological characterisation of gelatins from mammalian and marine sources. *J. Food hydrocoll.*, 14(3):191-195. doi: 10.1016/S0268-005X(99)00050-8.
- Kasankala, L.M., Xue, Y., Weilong, Y., Hong, S.D. 2007. Optimization of gelatine extraction from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fish skin by response surface methodology. *Bioresource Tech.* 98: 3338-3343.
- Kolodziejska, I., Kaczorowski, K., Piotrowska, B dan Sadowska, M. 2003. Modification of the properties of gelatin from skins of Baltic cod (*Gadus morhua*) with transglutaminase. *Food Chemistry*. 86: 203-209.
- Kuan, Y. H., A. M. Nafchi, N. Huda, F. Ariffin, and A. A. Karim. 2016. Effects of sugars on the gelation kinetics and texture of duck feet gelatin. *J. Food Hydrocoll.* 58: 267-275.
- Miskiyah, Juniawati, dan Elmi Kamsiati. 2019. Pengaruh penggunaan pelarut dan teknik ekstraksi terhadap mutu gelatin kaki ayam. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 16:1:10-18.
- Muller, Werner EG. 2003. The Origin of Metazoan Complexity: Porifera as Integrated Animals. *Integrated Computational Biology*. 43 (1): 30-10.
- Ninan, G., J. Joseph, and Z. A. Aliyamveetil. 2012. A comparative study on the the physical, chemical and functional properties of carp skin and mammalian gelatins. *J. Food Sci. Technol.* 51: 2085-2091.
- Ockerman, H.W dan Hansen, C.L. 2000. Animal by product processing and utilization. CRC Press, USA.
- Shyni, K., G. S. Hema, G. Ninan, S. Mathew, C. G. Joshy, and P. T. Lakshmanan. 2014. Isolation and characterization of gelatin from the skins of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), dog shark (*Scoliodon sorrakowah*), and rohu (*Labeo rohita*). *J. Food Hydrocoll.* 39: 68-76.
- SNI 01-289 : 1992 .Cara Uji Makanan dan Minuman. 1992. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 19-289 : 1998. Cara Uji Cemaran Logam dalam Makanan. 1998. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 06-3735: 1995. Gelatin. 1995. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Sompie M, Mirah A D, Karisoh I. 2015. Pengaruh perbedaan suhu ekstraksi terhadap karakteristik gelatin kulit kaki ayam. *J Biodiv Indon.* 1: 792-795.
- Yang, H., Wang, Y., Zhou, P., & Regenstein, J. M. (2008). Effects of alkaline and acid pretreatment on the physical properties and nanostructures of the gelatin from channel catfish skins. *Food Hydrocolloids*, 22(8), 1541-1550.
- Yuniarifin, H., V.P. Bintoro, dan A. Suwarastuti. 2006. Pengaruh berbagai konsentrasi asam fosfat pada proses perendaman tulang sapi terhadap rendemen, kadar abu dan viskositas gelatin. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* 31: 55-61.
- Zhou P, Regenstein JM. 2005 Effects of alkaline and acid pretreatments on Alaska pollock skin gelatin extraction. *J Food Sci.* 70:392