

# Pengaruh perbedaan suhu ekstraksi terhadap karakteristik gelatin kulit kaki ayam

## Effect of extraction temperature difference on characteristics of chicken leg skin gelatin

MEITY SOMPIE<sup>✉</sup>, ARIE D. MIRAH, LINDA CH. M. KARISOH

Fakultas Peternakan, Universitas Sam Ratulangi. Jl. Kampus Kleak-Bahu Unsrat, Manado 95115, Sulawesi Utara. Tel. +62-431-863886, 863786, Fax. +62-431-822568, ✉email: meitysompie@yahoo.com

Manuskrip diterima: 20 Februari 2015. Revisi disetujui: 30 April 2015.

**Abstrak.** *Sompie M, Mirah AD, Karisoh LChM. 2015. Pengaruh perbedaan suhu ekstraksi terhadap karakteristik gelatin kulit kaki ayam. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 792-795.* Kaki ayam merupakan hasil ikutan pemotongan ayam yang pemanfaatannya terbatas karena kandungan kulit dan tulangnya tinggi. Kulit dan tulang tersusun dari jaringan ikat padat yang kaya akan kolagen. Hidrolisis partikel kolagen akan menghasilkan gelatin yang banyak dimanfaatkan dalam industri pangan sebagai bahan penstabil, pembentuk gel, pengikat, pengental, pengemulsi, perekat, dan pembungkus makanan yang dapat dimakan (*edible film*), sedangkan pada produk non-pangan, gelatin sering digunakan dalam industri farmasi dan kedokteran, industri teknik, industri kosmetik, dan industri fotografi. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh perbedaan suhu ekstraksi terhadap karakteristik gelatin kulit kaki ayam. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan suhu ekstraksi yaitu P1 (50°C), P2 (55°C), P3 (60°C), masing-masing dengan 5 ulangan. Variabel penelitian adalah rendemen, kekuatan gel, viskositas, kadar protein, dan kadar air gelatin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan suhu ekstraksi memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $P>0,05$ ) terhadap rendemen, kekuatan gel, dan viskositas gelatin kulit kaki ayam, sedangkan terhadap kadar protein dan kadar air memberikan pengaruh yang berbeda nyata ( $P<0,05$ ). Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah gelatin kulit kaki ayam yang diproduksi menggunakan suhu ekstraksi 50°C, 55°C, dan 60°C menghasilkan karakteristik gelatin dengan kualitas baik karena masih memenuhi standar yang ditetapkan SNI.

**Kata kunci:** Gelatin, kolagen, kulit kaki ayam, suhu ekstraksi

**Abstract.** *Sompie M, Mirah AD, Karisoh LChM. 2015. Effect of extraction temperature difference on characteristics of chicken leg skin gelatin. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 792-795.* The chicken leg is a product of cutting chickens limited use due to the high content of skin and bones. Skin and bones are composed of dense connective tissue that rich in collagen. Hydrolysis of collagen particles will produce a gel that is widely used in food industry as a stabilizer, gelling agent, binder, thickener, emulsifier, adhesives, and packaging (*edible coating*), while the non-food products gelatin is often used in the pharmaceutical and medicine, engineering, cosmetic and photographic industries. This research was conducted to determine the effect of extraction temperature on characteristics of chicken legs skin gelatin. The experiment used Completely Randomized Design (CRD) with the extraction temperature treatment P1 (50°C), P2 (55°C), P3 (60°C), and five replicates of treatment. The research variables were yield, gel strength, viscosity, protein content and water content of gelatin. The results showed that the difference in extraction temperature had no significant effect ( $P>0.05$ ) to the yield, gel strength, and viscosity skin gelatin chicken feet, while the protein content and water content gave a significantly different effect ( $P<0.05$ ) on the chicken leg skin gelatin. The conclusion of this research was a chicken leg skin gelatin produced using the extraction temperature 50°C, 55°C, and 60°C had the best characteristics and included in the range of Indonesian National Standard.

**Keywords:** Chicken legs skin, collagen, gelatin, temperature extraction

## PENDAHULUAN

Kebutuhan gelatin di Indonesia semakin meningkat dengan pesat, namun industri yang secara khusus memproduksi gelatin belum tersedia, sehingga kondisi ini memaksa pemerintah untuk terus mengimpor gelatin. Impor gelatin semakin meningkat dari tahun ke tahun (Said 2011). Sebagai upaya untuk mengurangi ketergantungan akan produk impor tersebut, diperlukan pengembangan industri untuk memproduksi gelatin secara komersial. Gelatin sangat penting dalam diversifikasi bahan makanan

karena nilai gizinya yang tinggi, terutama kadar protein yaitu asam amino dan rendahnya kadar lemak (Wulandari 2006). Penggunaan gelatin sangat luas antara lain dapat digunakan sebagai bahan makanan, yaitu sebagai agen pembentuk gel, pengental, pengemulsi, pembentuk busa, dan *edible film*. Di bidang farmasi, gelatin banyak digunakan dalam industri kapsul antara lain dapat dibuat kapsul lunak dan keras (Imeson 1992; Antoniewski 2007; Karim dan Bhat 2008; Park et al. 2008). Pada prinsipnya, gelatin dapat dibuat dari bahan yang kaya akan kolagen seperti kulit sapi, kambing, babi, ayam, dan itik (Anersen

dan Gildberg 2002). Akan tetapi, apabila dibuat dari kulit sapi atau hewan besar lainnya, proses produksi lebih lama dan membutuhkan air pencuci dan bahan penetral yang lebih banyak. Kondisi ini menyebabkan dibutuhkannya investasi besar sehingga dengan sendirinya harga gelatin relatif mahal.

Potensi kaki ayam sebagai sumber gelatin dapat dilihat dengan semakin meningkatnya jumlah populasi ternak unggas di Indonesia. Populasi dan pemotongan ternak ayam di Sulawesi Utara, khususnya di Kabupaten Minahasa, cukup menjanjikan karena menurut data dari Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan tahun 2012 menyatakan jumlah populasi dan pemotongan ternak ayam cenderung mengalami peningkatan setiap tahun. Jumlah populasi ayam ras pedaging di Indonesia pada tahun 2012 yaitu 1.343.275 ekor. Di Indonesia, pemanfaatan kaki ayam pada umumnya hanya digoreng, dimasak untuk campuran sup, campuran sayur, bubur, dibuat krecek rambak, direbus untuk diambil kaldunya, atau digunakan sebagai campuran makanan hewan. Hal ini terjadi dikarenakan kurangnya informasi dan ketersediaan teknologi pengelolaan yang tepat serta manfaat produk kaki ayam yang dihasilkan (Hasdar 2012).

Kaki ayam (*tarso metatarsus*) merupakan salah satu sisa hasil pemotongan ayam yang dapat dimanfaatkan dan diproses menjadi produk-produk yang akan menghasilkan nilai tambah. Ditinjau dari komposisi kimianya, kulit kaki ayam mengandung sekitar 22% protein kasar, 5,50% lemak, 3,5% abu, 64% air, dan 3% substansi lain (Taufik 2011). Gelatin merupakan produk hidrokolloid yang diperoleh dengan menghidrolisis protein kolagen yang terdapat pada kulit, tulang, dan jaringan pengikat (Ockerman dan Hansen 2000).

Kualitas gelatin dipengaruhi oleh tahapan proses pembuatan gelatin seperti *swelling* (pembengkakan), ekstraksi, presipitasi (penyaringan hasil ekstraksi), dan pengeringan. *Swelling* atau pembengkakan biasanya menggunakan larutan asam, basa, atau asam dan basa. Jenis dan konsentrasi larutan asam tersebut mempengaruhi sifat gelatin yang dihasilkan. Kolodziejska et al. (2004) menyatakan bahwa bahan kimia yang digunakan sebelum perlakuan maupun dalam kondisi ekstraksi (suhu dan waktu) dapat berpengaruh terhadap panjang rantai polipeptida dan sifat fungsional gelatin. Lebih lanjut dikatakan oleh Chamidah dan Elita (2002), ekstraksi gelatin kulit ikan hiu menggunakan asam asetat 2,18% dan lama perendaman 4 jam menghasilkan gelatin dengan kekuatan gel tertinggi. Gelatin dapat diproduksi melalui perendaman secara asam atau basa. Larutan asam asetat dapat mengubah serat kolagen *triple heliks* menjadi rantai tunggal (Ward dan Court 1977). Selain itu, keuntungan dari proses asam antara lain persiapan bahan baku hanya memerlukan waktu relatif singkat dan biaya lebih murah. Konsentrasi larutan asam asetat juga berpengaruh terhadap jumlah kolagen yang terlarut selama proses ekstraksi berlangsung (Wang et al. 2008). Ulfah (2011) menyatakan konsentrasi asam asetat 3,5% berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik gelatin kulit kaki ayam. Menurut Ockerman dan Hansen (2000), mutu gelatin yang tinggi diperoleh dari suhu ekstraksi yang rendah, tetapi suhu

ekstraksi yang tinggi akan meningkatkan rendemen. Suhu ekstraksi yang berbeda diharapkan akan menghasilkan gelatin dengan karakteristik yang baik. Berdasarkan hal tersebut di atas, telah dilakukan penelitian tentang karakteristik gelatin kulit kaki ayam dengan tujuan untuk mengkaji pengaruh perbedaan suhu ekstraksi.

## BAHAN DAN METODE

Bahan utama penelitian menggunakan 3.000 gram kulit kaki ayam pedaging yang diperoleh dari 15 kg kaki ayam. Bahan kaki ayam tersebut diambil dari tempat pemotongan ayam pedaging. Bahan-bahan pendukung yang dibutuhkan antara lain:  $H_2SO_4$ , NaOH,  $CH_3COOH$ ,  $Ca(OH)_2$ , akuades, kain flanel, kertas saring, dan indikator PP. Peralatan utama yang digunakan dalam proses produksi gelatin antara lain *waterbath*, oven elektrik, timbangan analitik, gelas kimia, corong gelas, gelas ukur, termometer, ember, dan pisau untuk proses membuang bulu. Peralatan pendukung untuk proses analisis antara lain: *Texture Analyser* model TAXT2 (Stable Microsystem, UK), *Viscometer Brookfield* RTV, pH meter 2 elektrode (Consort P901, ECC), dan peralatan untuk pengujian proksimat.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah yaitu pembuatan gelatin kulit kaki ayam dengan menggunakan perlakuan suhu ekstraksi P1 (50°C), P2 (55°C), dan P3 (60°C), ulangan sebanyak lima kali. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA. Apabila terdapat perbedaan nyata antarperlakuan, dilanjutkan dengan uji beda nyata menurut *Duncan's Multiple Range Test* (Steel dan Torrie 1991). Peubah yang diteliti dalam penelitian ini adalah rendemen, kekuatan gel, viskositas, kadar protein, dan kadar air gelatin.

### Preparasi kaki ayam

Kaki ayam pedaging dipisahkan dari badannya, dibersihkan, dan dikuliti. Kaki ayam pedaging yang masih ada sisiknya dicuci sampai bersih. Kuku-kuku jari dipotong. Pada jari tengah, kulit bagian belakang diiris dengan pisau mulai dari bonggol atas lurus sampai pangkal jarinya yang paling panjang. Kulit bagian bonggol dikelupas sampai  $\pm 2$  cm ke bawah lalu dijepit dengan tang. Bagian tulang yang sudah terkelupas dijepit dengan tang, kemudian masing-masing dipegang dengan satu tangan, ditarik berlawanan arah secepatnya sampai kulit pada ujung jari ikut terkelupas.

### Ekstraksi gelatin

Pembuatan gelatin kulit kaki ayam pedaging dilakukan dengan cara ekstraksi melalui proses asam menurut metode Said (2011). Kulit kaki ayam yang telah bersih dari sisa-sisa lemak dan daging yang menempel dicuci bersih kemudian dipotong kecil-kecil berukuran kira-kira 1 cm x 1 cm. Kulit yang sudah dipotong kecil-kecil ditimbang, kemudian direndam dalam larutan asam asetat 3% (b/v) sambil diaduk-aduk. Perbandingan kulit kaki ayam dengan larutan perendam = 1:3 untuk masing-masing perlakuan dan direndam selama 48 jam pada suhu dingin 5°C. Setelah

proses perendaman selesai, kulit dicuci kembali dengan air mengalir berkali-kali sampai pH netral sekitar pH=6. Setelah itu, kulit diekstraksi sesuai dengan perlakuan yaitu pada suhu 50°C, 55°C, dan 60°C, masing-masing selama 5 jam. Hasil ekstraksi disaring dengan menggunakan kain penyaring. Larutan gelatin yang diperoleh dari hasil ekstraksi, dipekatkan pada suhu 70°C selama 12 jam, didinginkan dalam refrigerator 5-10°C selama 30 menit, setelah itu dituang ke dalam wadah berukuran 30,5 cm x 30,5 cm dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam sampai kering. Gelatin yang diperoleh dalam bentuk lembaran dihaluskan dengan blender, dikemas dalam wadah plastik vakum, dan disimpan dalam desikator untuk analisis lebih lanjut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik gelatin kulit kaki ayam pedaging dengan perlakuan perbedaan suhu ekstraksi disajikan pada Tabel 1.

### Rendemen

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan suhu ekstraksi memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $P>0,05$ ) terhadap rendemen gelatin. Namun 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. Selain itu, karena pembuatan gelatin direndam dalam larutan asam asetat maka struktur kolagen akan menjadi lebih terbuka sehingga semakin banyak kolagen yang terhidrolisis dan gelatin yang terekstraksi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Chamidah dan Elita (2002) bahwa larutan asam asetat berfungsi untuk menghidrolisis kolagen sehingga mempermudah kelarutannya pada saat ekstraksi gelatin. Nilai rendemen yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar 13,22-13,91%, lebih rendah dari nilai rendemen yang diperoleh Taufik (2011) yaitu pada kisaran 14-16%.

### Kekuatan gel

Kekuatan gel gelatin adalah jumlah gelatin kering yang dihasilkan dari sejumlah bahan baku kulit dalam keadaan bersih melalui proses ekstraksi (Said 2011). Kekuatan gel berhubungan dengan kemampuan mengubah cairan menjadi padatan atau mengubah bentuk sol menjadi gel yang bersifat *reversible* (Taufik 2011). Kekuatan gel gelatin kulit kaki ayam dengan perlakuan perbedaan suhu ekstraksi ditampilkan pada Tabel 1. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan suhu ekstraksi memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $P>0,05$ )

terhadap kekuatan gel gelatin. Dengan pengertian bahwa perbedaan suhu ekstraksi memberikan pengaruh yang sama meskipun berdasarkan data pada Tabel 1 menunjukkan nilai kekuatan gel semakin meningkat dengan bertambahnya suhu ekstraksi. Menurut Taufik (2011), suhu ekstraksi tidak berpengaruh nyata terhadap kekuatan gel gelatin kulit kaki broiler. Hal ini diduga berkaitan dengan distribusi berat molekul dari gelatin yang hampir sama.

Produksi gelatin pada penelitian ini menghasilkan kekuatan gel rata-rata pada kisaran 62,44-64,42 g *Bloom*. Secara umum, nilai kekuatan gel gelatin yang diproduksi masih sesuai standar mutu SNI dan hampir sama dengan hasil yang diperoleh oleh Said (2011) yaitu pada kisaran 50-280 g *Bloom*.

### Viskositas

Viskositas merupakan parameter sifat fisik gelatin yang sangat penting. Analisis statistik menunjukkan bahwa faktor perbedaan suhu ekstraksi memberikan pengaruh tidak nyata ( $P>0,05$ ) terhadap viskositas gelatin meskipun berdasarkan data pada Tabel 1, nilai viskositas mempunyai kecenderungan menurun. Artinya, nilai viskositas cenderung menurun dengan semakin meningkatnya suhu ekstraksi. Ward dan Courts (1997) menyatakan bahwa suhu ekstraksi di atas 50°C menyebabkan kemampuan membentuk gel dan sifat fisik gelatin menurun, hal ini disebabkan oleh putusnya ikatan hidrogen dan gugus hidroksil dari asam amino. Nilai viskositas yang tinggi menurut Stainsby (1987) berhubungan dengan berat molekul dan rantai panjang asam amino gelatin. Nilai viskositas gelatin yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 5,05-5,12 cP dan masih termasuk dalam kisaran standar mutu SNI yaitu antara 2,0-7,5 cP (Wahyuni dan Rosmawaty 2003).

### Kadar protein

Kadar protein merupakan salah satu syarat dalam penentuan kualitas gelatin. Persentase kadar protein gelatin pada kulit kaki ayam dengan perlakuan perbedaan konsentrasi asam asetat dan suhu ekstraksi, disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan suhu ekstraksi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ( $P<0,05$ ). Hasil uji Duncan menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $P<0,01$ ) antarsetiap perlakuan suhu ekstraksi gelatin. Dengan kata lain, semakin meningkat suhu ekstraksi, semakin tinggi kadar

**Tabel 1.** Karakteristik fisik dan kimia gelatin kulit kaki ayam

Karakteristik gelatin	Suhu ekstraksi		
	50°C	55°C	60°C
Rendemen (%)	13,22±0,25	13,74±0,75	13,91±0,43
Kekuatan gel (g Bloom)	62,44±0,42	64,12±0,09	64,42±0,18
Viskositas (cP)	5,12±0,17	5,06±0,30	5,05±0,10
Kadar protein (%)	87,05±0,92 <sup>d</sup>	87,52±0,71 <sup>e</sup>	88,93±0,79 <sup>e</sup>
Kadar air (%)	5,85±0,25 <sup>a</sup>	5,80±0,75 <sup>a</sup>	4,98±0,43 <sup>b</sup>

Keterangan: notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P<0,05$ )

protein yang dihasilkan. Kolagen mengalami denaturasi ketika dipanaskan dalam larutan pada suhu 30-40°C. Pada saat protein mengalami denaturasi, tidak ada ikatan kovalen pada kerangka rantai polipeptida yang rusak sehingga deret asam amino khas protein tetap utuh setelah denaturasi. Konversi tropokolagen menjadi gelatin menyebabkan terputusnya ikatan hidrogen yang membuat stabil ikatan triplet dan berubah menjadi ikatan konfigurasi ikatan acak gelatin (Ockerman dan Hansen 2000). Kadar protein gelatin menunjukkan kemurnian gelatin yang diperoleh. Gelatin sebagai salah satu jenis protein konversi yang dihasilkan melalui proses hidrolisis kolagen sehingga kadar protein yang terkandung di dalamnya sangat tinggi. Menurut Taufik (2011) dan Ulfah (2011), kadar protein gelatin menurut SNI yaitu 85-90% sehingga kadar protein dalam penelitian ini berkisar antara 87,05-88,93%, masih termasuk dalam kisaran standar SNI.

#### Kadar air

Kadar air merupakan parameter penting dari suatu produk pangan karena kadar air berhubungan erat dengan umur simpan gelatin. Kandungan air dalam bahan pangan ikut menentukan penerimaan, kesegaran, dan daya tahan bahan tersebut (Winarno 1997). Persentase kadar air gelatin kulit kaki ayam dengan perlakuan perbedaan konsentrasi suhu ekstraksi disajikan pada Tabel 1. Analisis statistik menunjukkan bahwa faktor perbedaan suhu ekstraksi memberikan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar air gelatin. Hasil uji Duncan (Tabel 1) menunjukkan bahwa kadar air gelatin pada suhu ekstraksi 50°C sama dengan kadar air gelatin pada suhu ekstraksi 55°C, tetapi lebih tinggi dari kadar air gelatin pada suhu ekstraksi 60°C. Dengan kata lain, 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; Ulfah 2011). Kadar air gelatin kulit kaki ayam hasil penelitian ini adalah 4,98-5,85% dan hasil ini masih memenuhi standar maksimal SNI, yaitu sampai 16%.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah gelatin kulit kaki ayam yang diproduksi menggunakan suhu ekstraksi 50°C, 55°C, dan 60°C menghasilkan karakteristik gelatin dengan kualitas yang baik karena masih memenuhi standar yang ditetapkan SNI.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antoniewski MN, Barringer SA, Knipe L, Zerby HN. 2007. Effect of a gelatin coating on the shelf life of fresh meat. *J Food Sci* 72: 382-387.
- Arnesen JA, Gildberg A. 2002. Preparation and characterization gelatin from the skin of sharp seal (*Phoca groenlandica*). *J Bioresour Technol* 82: 191-194.
- Astawan M, Hariyad P, Mulyani A. 2002. Analisis sifat reologi gelatin dari kulit ikan cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 13: 38-46.
- Chamidah A, Elita. 2002. Pengaruh pengolahan terhadap kualitas gelatin ikan hiu. Seminar Nasional PATPI, Malang.
- Hasdar M. 2012. Karakteristik Edible Film yang Diproduksi dari Kombinasi Gelatin Kulit Kaki Ayam dan *Soy Protein Isolate*. [Tesis]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Imeson A. 1992. Thickening and Gelling Agents for Food. Aspen, New York.
- Karim AA, Bhat R. 2008. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocoll* 23 (3): 563-576.
- Kolodziejaska I, Kaczorowski K, Piotrowsia B, Sadowska M. 2004. Modification of properties of gelatin from skins of Baltic cod (*Gadus morhua*) with transglutaminase. *Food Chem* 86: 203-209.
- Ockerman HW, Hansen CL. 2000. Animal by Product Processing and Utilization. CRC Press, USA.
- Park JW, Whiteside WS, Cho SY. 2008. Mechanical and water vapor barrier properties of extruded and heat-pressed gelatin films. *LWT* 41: 692-700.
- Said MI, Triatmojo S, Erwanto Y, Fudholi A. 2011. Karakteristik gelatin kulit kambing yang diproduksi melalui proses asam basa. *J Agritech* 31 (3): 0216-0455.
- Soeparno. 2009. Ilmu dan teknologi daging. Cetakan ke-5. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Steel RGD, Torrie JH. 1991. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York.
- Stainsby G. 1987. Gelatin gels. In: Pearson AM, Dutson TR, Bailey AJ (eds). *Advances in Meat Research* (Vol. 4). Collagen as A Food. Van Nostrand Reinhold Co, New York.
- Taufik M. 2011. Kajian Potensi Kulit Kaki Ayam Broiler sebagai Bahan Baku Gelatin dan Aplikasinya dalam *Edible Film* Antibakteri. [Disertasi]. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ulfah M. 2011. Pengaruh konsentrasi larutan asam asetat dan lama waktu perendaman terhadap sifat-sifat gelatin ceker ayam. *J Agritech* 31(3): 161-167.
- Wahyuni M, Rosmawaty P. 2003. Perbaikan Daya Saing Industri Perikanan melalui Pemanfaatan Limbah Non-ekonomis Ikan menjadi Gelatin. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Ward AG, Courts A. 1977. The Science and Technology of Gelatin. Academic Press, London.
- Winarno FG. Kimia Pangan dan Gizi. 1997. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wulandari D. 2006. Ekstraksi dan Karakteristik Gelatin dari Kulit Kaki Ayam. [Tesis]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.