

PROFIL ASAM AMINO, GUGUS FUNGSIONAL DAN DISTRIBUSI BERAT MOLEKUL GELATIN KULIT KAMBING YANG DIPRODUKSI MELALUI PROSES ASAM

Amino Acid Profile, Group of Functional and Molecular Weight Distribution of Goat Skin Gelatin That Produced Through Acid Process

Muhammad Irfan Said¹, Suharjono Triatmojo², Yuny Erwanto², Achmad Fudholi³

¹Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10, Makassar 90245

²Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Jl. Fauna 3 Bulaksumur, Yogyakarta 55281

³Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara Yogyakarta 55281

diterima 18 Agustus 2010; diterima pasca revisi 5 Februari 2011
Layak diterbitkan 28 Maret 2011

ABSTRACT

Gelatin is a product of hydrolysis of collagen protein from animals that are partially processed. Gelatin used in food and non food industries. Gelatin is produced when many import of raw skins and bones of pigs and cows. Goat skins potential as a raw material substitution that still doubt its halal. Process production of gelatin determine the properties of gelatin. The objectives of this research were to determine amino acid profile, group of functional and molecular weight distribution of gelatin made from goat skins which was produced through a process of acid. The skin of male Bligon goat, 1.5 to 2.5 year old was used as raw materials. Process production of gelatin was using acid type acetic acid (CH₃COOH 0.5 M) (v/v) as curing material. The experimental design applied in this study and commercial gelatin was used as control. The results showed that gelatin produced from goat skin through the process of acid had properties identical with commercial gelatin. It can be concluded that the gelatin has the potential substitute product of commercial gelatin.

Keywords: collagen, gelatin, goat skin, curing, acid process

PENDAHULUAN

Kulit kambing merupakan *by product* dari pemotongan kambing yang kaya protein kolagen. Kebutuhan gelatin untuk bahan baku industri pangan dan farmasi setiap tahunnya semakin meningkat. Dilain pihak industri pembuatan gelatin di dalam negeri saat ini belum tersedia. Penyediaan gelatin hingga kini sepenuhnya masih tergantung pada produk impor, sedangkan potensi bahan baku di dalam negeri untuk

memproduksinya cukup besar dan tersedia. Dalam kurun waktu Januari-Desember 2009, pemerintah kembali mengimpor gelatin sebanyak 3.124.255 kg dengan nilai impor mencapai US\$ 16.741.918 (Anonim, 2010).

Kulit kambing berpotensi untuk dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan gelatin untuk mensubtitusi bahan baku dari ternak babi dan sapi. Untuk mengkonversi protein kolagen yang terkandung dalam kulit kambing afkir menjadi produk gelatin,

dibutuhkan teknologi proses tertentu yang disebut *curing*. Pada proses *curing* terjadi proses hidrolisis dan denaturasi ikatan protein kolagen secara terbatas, sehingga akan sangat mempengaruhi kuantitas maupun kualitas gelatin yang dihasilkan (Ockerman and Hansen, 2000).

Gelatin impor yang digunakan di Indonesia, sampai saat ini masih diragukan kehalalan dan higienitasnya, karena diduga bahan bakunya berasal dari kulit dan tulang pada babi maupun sapi yang kemungkinan besar dapat bersifat *carrier* terhadap kuman penyakit Sapi Gila (*Madcow*) dan penyakit Mulut dan Kuku (PMK). Bagi masyarakat di Indonesia yang merupakan penganut agama Islam terbesar, hal ini merupakan suatu masalah yang membutuhkan pemecahan (Nagai *et al.*, 2008; Hidaka and Liu, 2002; Grobber *et al.*, 2004).

Ketersediaan gelatin komersial untuk memenuhi kebutuhan industri pangan dan farmasi dalam negeri masih sangat rendah, sehingga perlu suatu upaya untuk mencari sumber-sumber terbaru akan bahan baku gelatin. Salah satu produk hasil sampingan (*by product*) ternak yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku adalah kulit kambing. Pemikiran ini diambil mengingat kulit kambing kaya dengan senyawa protein kolagen yang merupakan protein utama yang menyusun gelatin. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan profil asam amino, gugus fungsional dan distribusi berat molekul gelatin yang diproduksi dari bahan baku kulit kambing melalui proses asam dengan gelatin komersial yang banyak dimanfaatkan dalam industri pangan maupun non pangan.

MATERI DAN METODE

Bahan Penelitian

Materi utama penelitian menggunakan 10 lembar kulit kambing Bligon jantan dengan umur potong pada kisaran 1,5-2,5 tahun. Bahan *curing* menggunakan asam asetat (CH_3COOH 0,5 M) (v/v). Gelatin

komersial (*Merck*) digunakan sebagai pembanding untuk profil asam amino dan distribusi berat molekul, sedangkan gelatin komersial (teknis) digunakan sebagai pembanding untuk profil gugus fungsional. Bahan tambahan yang digunakan adalah aquadest.

Peralatan Penelitian

Water bath (*Memmert Tipe WNB7-45*), oven digital (*Memmert*), timbangan analitik (*Sartorius TE 214S*), labu ukur, beker glass, erlenmeyer, corong gelas, gelas ukur, termometer dan ember. Peralatan-peralatan pendukung untuk proses pengujian antara lain : HPLC (*Waters Associates*) dan Fourier Transform Infra Red (FTIR) Spektrofotometer (*Shimadzu PC-8201*) dan elektroforesis (*Atta Pagerun AE 6531*).

Metode Penelitian

1. Proses penyiapan bahan baku

Bahan baku dipersiapkan melalui serangkaian proses pendahuluan (*beam house operation*) dari kulit kambing mentah garaman, penimbangan, pencucian, perendaman, buang daging, buang bulu, buang kapur hingga diperoleh kulit kambing yang bersih (tanpa bulu) serta dikondisikan pada suasana netral (pH 7-7,5). Kulit kambing tanpa bulu dipotong kecil-kecil ukuran 3x3 cm. Potongan-potongan kulit ini selanjutnya digunakan sebagai bahan baku gelatin.

2. Proses penyiapan larutan *curing*

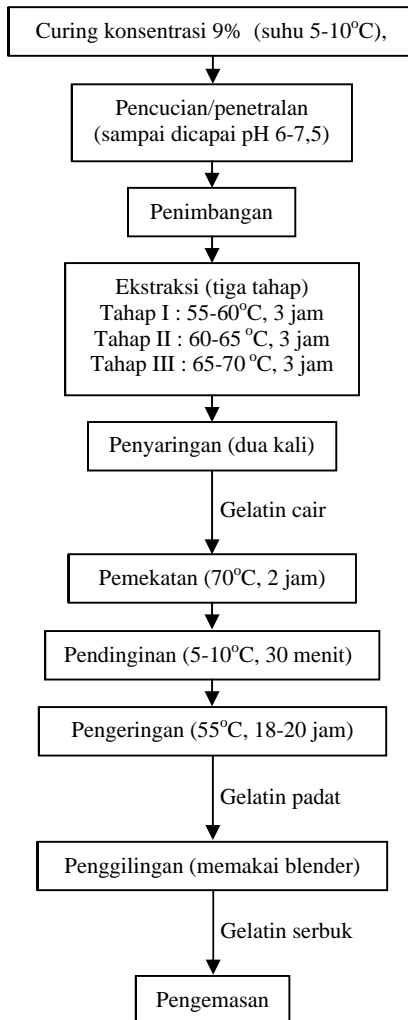
Larutan *curing* menggunakan bahan dasar asam asetat (CH_3COOH 0,5 M) (v/v) pada konsentrasi larutan 9%. Konsentrasi ini dibuat dengan melarutkan 9 ml larutan asam asetat (CH_3COOH 0,5 M) (v/v) ke dalam labu ukur 100 ml yang berisi aquadest hingga batas volume 100 ml.

3. Proses produksi gelatin

Proses produksi gelatin yang diterapkan adalah proses produksi asam untuk menghasilkan gelatin Tipe A (Gambar 1). Sebanyak 400 gram bahan baku kulit dimasukkan masing-masing ke

dalam beker glass yang berisi larutan *curing* hingga seluruh permukaan kulit terendam dengan sempurna untuk selanjutnya disimpan selama 4 hari pada refrigerator suhu $\pm 5-10^{\circ}\text{C}$.

Bahan baku gelatin



Gambar 1. Diagram alir proses produksi gelatin (Ockerman and Hansen, 2000)

Selama proses perendaman bahan baku kulit sesekali dilakukan pengadukan. Setelah proses perendaman selesai, selanjutnya bahan baku kulit dicuci beberapa kali hingga bersih dan kondisinya mendekati suasana netral ($\text{pH} \pm 6-7,5$). Bahan baku kulit selanjutnya ditiriskan. Bahan baku kulit kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambah dengan

aquades hingga keseluruhan bahan baku kulit terendam dengan sempurna. Erlenmeyer yang berisi bahan baku kulit dan aquades diberi penutup aluminium foil kemudian dimasukkan ke dalam *water bath* untuk menjalani proses ekstraksi (*extraction*). Proses ekstraksi kulit secara keseluruhan berlangsung selama 9 jam, yang terbagi atas 3 tahap, yaitu tahap I (3 jam pertama) ekstraksi dilakukan pada suhu $55-60^{\circ}\text{C}$, tahap II (3 jam kedua) suhu $60-65^{\circ}\text{C}$ dan tahap III (3 jam ketiga) suhu $65-70^{\circ}\text{C}$. Pada setiap tahapan dilakukan 2 kali proses penyaringan (*filtration*), yaitu penyaringan kasar dan halus untuk menghasilkan fraksi gelatin cair. Tahap I, II dan III masing-masing akan menghasilkan fraksi I, II dan III. Ketiga fraksi (I,II, dan III) gelatin cair yang dihasilkan, kemudian dicampur menjadi satu hingga homogen di dalam beker glass untuk dipisahkan di dalam oven suhu 70°C selama 2 jam. Fraksi campuran gelatin cair kemudian didinginkan dalam refrigerator suhu $\pm 5-10^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit. Fraksi campuran gelatin cair selanjutnya dituang pada loyang aluminium yang sebelumnya diberi lapisan plastik bening untuk selanjutnya dikeringkan di dalam oven suhu 55°C selama 18-20 jam hingga fraksi gelatin cair membentuk lapisan film dengan konsistensi rapuh yang selanjutnya disebut gelatin padat. Lapisan gelatin padat digiling dengan blender hingga membentuk serbuk dan selanjutnya ditimbang dan dikemas untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

4. Metode analisis

Asam amino (Muchtadi, 1993). Sebanyak 0,2 gram sampel disiapkan dalam tabung reaksi tertutup dan ditambahkan 5 ml HCl 6 N. Sampel dimasukkan dalam oven dengan suhu 100°C selama 18-24 jam. Sampel disaring dengan kertas saring Whatman 40. Hasil hidrolisis dipipet sebanyak $10 \mu\text{l}$ dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan $30 \mu\text{l}$ larutan pengering dan kemudian dikeringkan dengan pompa vakum bertekanan 50 torr. Sampel yang

telah kering ditambahkan larutan derivat sebanyak 30 µl dan dibiarkan selama 20 menit. Sampel selanjutnya diencerkan dengan 200 µl larutan pengencer natrium asetat 1 M. Sampel siap dianalisis dengan menggunakan HPLC (*Waters Associates*). Kondisi HPLC saat analisis adalah sebagai berikut: suhu 38°C; kolom menggunakan Pico tag 3,9 x 150 nm coulomb ; kecepatan alir menggunakan sistem linear gradient (1,5 ml/menit) dengan batas tekanan 3000 psi; program menggunakan gradient dengan fase gerak asetonitril 60% dan buffer Natrium Acetat 1 M, pH 5,75; Detektor menggunakan UV dengan panjang gelombang 254 nm. Konsentrasi Asam Amino ditentukan melalui persamaan: % Asam Amino = $(Act/Ast) \times (Bst \times BM \times FK \times 100 / Bct)$, dalam hal ini Act = luas area contoh ; Ast = luas area standar ; Bst = berat sampel standar (µg) ; BM = berat molekul masing-masing asam amino ; FK = Faktor koreksi/pengenceran (15) Bct = berat sampel contoh (µg)⁵.

Gugus fungsional
(Sastrohamidjojo, 1992; Sastrohamidjojo, 2001). Proses analisis menggunakan alat Fourier Transform Infrared Spectrofotometri (FTIR) (*Shimadzu PC-8201*) jarak bilangan gelombang 4000 hingga 650 cm⁻¹. Metode yang digunakan adalah teknik preparasi bentuk pelet KBr (Kalium Bromida). Cuplikan (0,1-2% berat) ditumbuk bersama-sama dengan KBr kemudian dipress pada tekanan 8-20 ton/satuan luas hingga diperoleh bentuk pelet. KBr dalam keadaan kering ditumbuk dibawah lampu inframerah untuk mencegah terjadinya kondensasi uap dari atmosfer dan selanjutnya divakumkan untuk melepaskan air. Cuplikan pellet kemudian dimasukkan ke dalam tempat sampel pada spektrofotometer inframerah dan hasil spektra akan terbaca melalui monitor computer.

Distribusi berat molekul (Laemmli (1970) dalam Carvalho *et al.* (2007)). Distribusi berat molekul gelatin menggunakan metode *Sodium Dodecyl Sulfat Polyacrylamide Gel Electrophoresis*

(SDS-PAGE)⁷. Sebanyak 0,01 gr sampel gelatin ditambah 1 ml aquades steril. Larutan dihomogenkan menggunakan vortex. Selanjutnya dilakukan proses pengenceran (500 µg). Sebanyak 0,1 ml larutan yang telah diencerkan ditambah 0,4 ml aquadest steril dan disentrifus pada suhu ruang dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Sebanyak 0,015 ml supernatan ditambah dengan 0,015 ml larutan sampel kemudian dipanaskan selama 2 menit pada suhu 100°C. Larutan selanjutnya didinginkan pada suhu ruangan. Larutan tersebut diambil sebanyak 0,01 ml dan siap untuk dilakukan proses *running*.

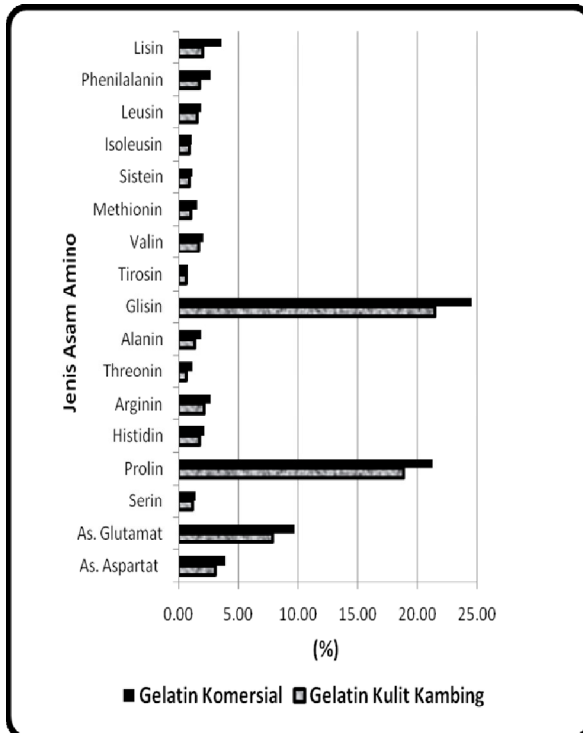
5. Desain penelitian dan analisis data

Kegiatan penelitian dilaksanakan secara eksperimental. Data yang dihasilkan selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik dan gambar. Tampilan data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Gambaran data secara kualitatif selanjutnya menjelaskan pola hubungan dan kemiripan sifat-sifat antara gelatin kulit kambing dengan gelatin komersial. Adanya kemiripan sifat-sifat yang dimiliki oleh gelatin kulit kambing dengan gelatin komersial menunjukkan bahwa dalam aplikasinya, gelatin kulit kambing memiliki potensi dalam mensubstitusi gelatin komersial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Asam Amino

Gelatin merupakan jenis protein hasil ekstraksi dari kolagen sehingga secara umum memiliki komposisi asam amino menyerupai kolagen (Giménez *et al.*, 2005). Perbandingan profil asam amino gelatin dari bahan baku kulit kambing yang diproduksi menggunakan proses asam dengan gelatin komersial (teknis) sebagai kontrol secara lengkap disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Profil Asam Amino Gelatin Kulit Kambing yang Diproduksi melalui Proses Asam dengan Gelatin Komersial

Data pada Gambar 2 terlihat bahwa profil asam amino gelatin yang diproduksi melalui proses asam sedikit lebih rendah dibanding gelatin komersial namun nilainya tidak jauh berbeda. Bahan *curing* asam diketahui memiliki kinerja yang lebih “kuat” dalam aktivitasnya memecah ikatan-ikatan intermolekuler rantai asam amino (Zeugolis *et al.*, 2008). Kinerja tersebut memungkinkan beberapa rantai asam amino tertentu mengalami proses denaturasi dan proses pelarutan hingga akhirnya mengalami kerusakan secara permanen (Abustam dkk., 2003) dan akhirnya berdampak pada terjadinya perubahan komposisi asam amino. Saat dilakukan proses pencucian dan netralisasi pasca *curing*, kemungkinan sejumlah protein kolagen yang larut terbuang bersama sisa pencucian yang pada akhirnya akan mempengaruhi komposisi asam amino gelatin. Dugaan tersebut didasarkan oleh pendapat beberapa ahli dan peneliti

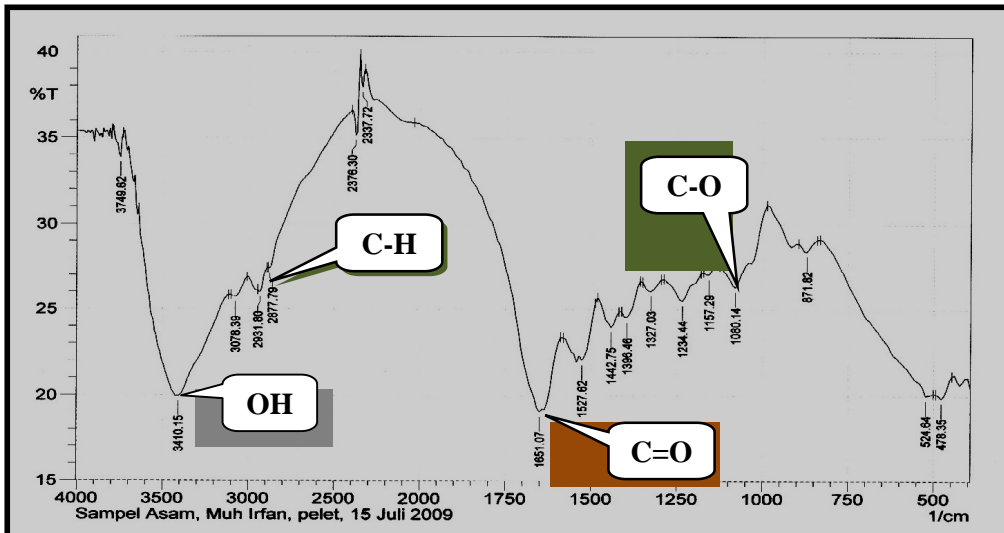
terdahulu. Asam amino yang merupakan komponen utama penyusun protein kolagen sangat peka terhadap aktivitas zat asam (Martoharsono dan Mulyono, 1978). Beberapa jenis asam amino tertentu dapat mengalami kerusakan oleh aktivitas zat asam. Kontaminasi zat asam secara langsung akan mempengaruhi struktur protein kolagen (Sarkar, 1995).

Pemberian zat asam dalam proses pembuatan gelatin, menyebabkan terjadinya pemisahan struktur ikatan-ikatan dalam protein secara parsial hingga terbentuknya molekul kolagen yang dapat larut (Schrieber and Gareis, 2007). Perlakuan asam dapat menyebabkan fibril kolagen mengalami pembengkakan (*swelling*) dan “pecah” (*cleavage*) menjadi satuan fibrilar yang dikenal sebagai *makromolekul tropokolagen* (= asam amino) (Leeson *et al.*, 1995), hingga akhirnya mengalami proses denaturasi dan larut (Muyonga *et al.*, 2003).

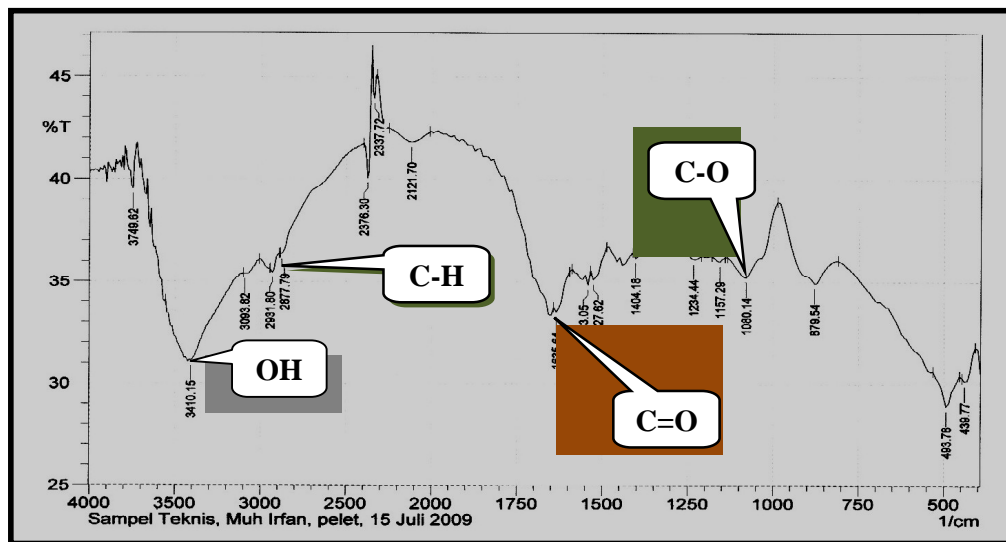
Profil Gugus Fungsional

Gugus fungsional merupakan kelompok gugus khusus pada atom dalam molekul yang berperan dalam memberi karakteristik reaksi kimia pada molekul tersebut. Gambaran spektra inframerah yang dimiliki gelatin yang diproduksi melalui proses asam dengan gelatin komersial selengkapnya disajikan pada Gambar 3 dan 4.

Hasil pengujian dengan FTIR pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pada gelatin yang diproduksi telah terdeteksi adanya beberapa gugus fungsional diantaranya OH, C-H, C=O dan C-O. Terlihat pula pada Gambar 4, bahwa pada gelatin teknis yang diuji juga terdeteksi adanya beberapa gugus fungsional OH, C-H, C=O dan C-O seperti halnya pada gelatin yang diproduksi. Fenomena ini menunjukkan bahwa sifat-sifat yang berhubungan dengan sifat fungsional yang dimiliki oleh gelatin kulit kambing yang diproduksi melalui proses asam identik dengan sifat - sifat gelatin yang digunakan



Gambar 3. Spektra FTIR Gelatin Kulit Kambing yang Diproduksi melalui Proses Asam



Gambar 4. Spektra FTIR Gelatin Komersial (teknis)

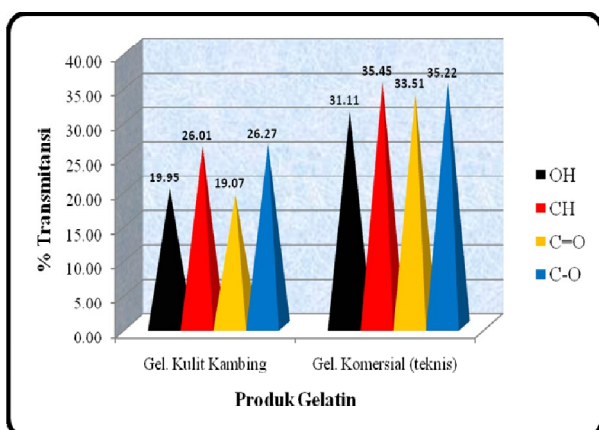
secara komersial khususnya gelatin teknis. Senyawa yang memiliki gugus fungsional yang sama cenderung memiliki reaksi kimia yang sama (Anonim, 2009). Adanya sifat identik dalam hal sifat fungsional dari produk gelatin yang diuji memberikan indikasi bahwa gelatin yang diproduksi dari bahan baku kulit kambing melalui proses asam memiliki potensi untuk mensubstitusi gelatin komersial.

Gugus fungsi OH, CH dan N-H akan menyerap inframerah pada bilangan gelombang 4000-2500 cm^{-1} , gugus C=O pada bilangan gelombang mendekati

1800-1650 cm^{-1} serta gugus C-O pada bilangan gelombang mendekati 1550-650 cm^{-1} . Ikatan-ikatan kovalen yang menyusun protein gelatin akan menyerap berbagai frekwensi radiasi elektromagnetik dalam daerah spektra inframerah. Jika puncak spektra kedua senyawa tepat sama maka dalam banyak hal kedua senyawa tersebut adalah identik (Sastrohamidjojo, 1992). Keberadaan gugus-gugus fungsi tersebut terkait dengan struktur molekul asam amino yang menyusun gelatin. Gelatin secara struktural tersusun atas sejumlah asam amino, dimana asam amino yang menyusunnya juga mengandung gugus

tersebut. Gugus fungsi yang terdeteksi selain berasal dari struktur penyusunnya sendiri (asam amino) juga dapat berasal dari bahan *curing* yang digunakan.

Disamping beberapa kemiripan yang dimiliki, kedua jenis produk gelatin yang diuji juga memiliki perbedaan. Salah satu perbedaan yang penting untuk diketahui adalah dalam hal intensitas dalam menyerap sinar inframerah yang selanjutnya dilambangkan dengan % Transmittansi (%T). Gambaran grafik perbandingan intensitas serapan gugus fungsional utama (OH, CH, C=O dan C-O) gelatin komersial dengan gelatin kulit kambing selengkapnya disajikan pada Gambar 5.



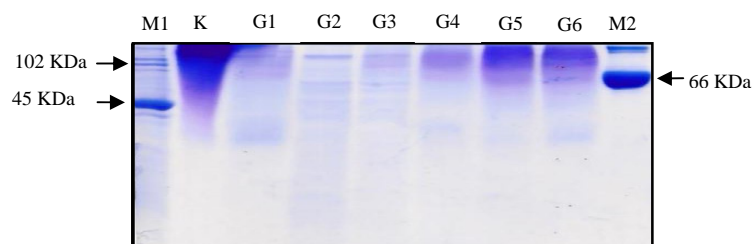
Gambar 5. Grafik Perbandingan % Transmittansi Gelatin Kulit Kambing yang Diproduksi melalui Proses Asam dengan Gelatin Komersial

Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa pola intensitas serapan inframerah dari kedua jenis produk gelatin yang diuji memiliki bentuk yang identik. Gambaran pola yang identik ini memberikan indikasi, bahwa sebagian sifat-sifat fungsional yang dimiliki produk-produk tersebut terdapat hal yang juga identik. Sebaliknya perbedaan beberapa sifat seperti fisikokimia dapat ditandai oleh adanya perbedaan intensitas dalam menerima serapan inframerah. Tingkat intensitas serapan inframerah diinterpretasikan

sebagai kebalikan dari besaran % Transmittansi (% T). Intensitas pita serapan dalam spektra inframerah sulit diukur dengan ketepatan yang sama. Intensitas serapan biasanya dilambangkan dengan kuat (*strong*) (s), sedang (*medium*) (m), lemah (*weak*) (w) atau tak menentu (v). Nilai (%T) yang semakin tinggi menggambarkan intensitas serapan yang semakin kecil atau lemah (w) atau sebaliknya %T yang semakin rendah menggambarkan intensitas serapan yang semakin besar atau kuat (s)⁶. Intensitas serapan yang paling rendah atau lemah (w) ditunjukkan oleh gugus C-H. Hal tersebut ditandai oleh nilai %T yang paling tinggi dibanding gugus fungsional lain. Sebaliknya intensitas serapan yang paling tinggi atau kuat (s) adalah gugus O-H yang ditandai oleh nilai %T yang paling rendah.

Profil Distribusi Berat Molekul

Distribusi berat molekul (BM) kolagen dalam produk gelatin ditentukan dengan menggunakan SDS-PAGE. Karakteristik kimia produk gelatin berhubungan dengan sifat fungsional dari gelatin itu sendiri. Salah satu karakteristik yang penting dalam menilai produk gelatin adalah distribusi BM. Gambaran perbandingan pola distribusi BM gelatin yang diproduksi melalui proses asam dengan gelatin komersial selengkapnya disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan SDS-PAGE gelatin kulit kambing yang diproduksi menggunakan proses asam dengan gelatin komersial (teknis)

Keterangan :

- M1 (Marker : MCPVNN (*Major Coat Protein Viral Nervous Necrosis*))
- M2 (Marker : BSA (*Bovine Serum Albumin*))
- K = Gelatin Komersial (Kontrol)
- G1 – G6 = Gelatin Kulit Kambing (replikasi 1-6)

Distribusi BM terkait dengan perubahan komposisi dan struktur asam amino yang menyusun rantai protein gelatin sehingga pada akhirnya juga akan terkait dengan sifat-sifat fungsional lainnya seperti kekuatan gel, viskositas dan titik leleh (Pranoto, 2008); (Leuenberger, 1991); (Gudmundsson dan Hafsteinsson, 1997). Faktor waktu dan suhu juga kemungkinan menjadi penyebab adanya perbedaan distribusi BM diantara produk gelatin. bahwa penggunaan waktu ekstraksi yang panjang dengan suhu yang tinggi akan menghasilkan BM yang lebih rendah dibanding penggunaan waktu ekstraksi yang lebih pendek dengan suhu yang rendah (Gudmundsson, 2002). Berat molekul sangat sensitif terhadap perubahan suhu yang dapat menghancurkan makromolekulnya. Pemanasan secara bertahap dapat menyebabkan struktur kolagen rusak dan rantai molekulnya terpisah-pisah satu sama lain. Sifat-sifat gelatin tergantung pada distribusi BM, komponen kolagen maupun rasio rantai α -1/ α -2 (Gómez-Guillén *et al.*, 2002). Komponen rantai α , β , dan γ memiliki kontribusi terhadap sifat-sifat gelatin (Normand *et al.*, 2000).

KESIMPULAN

1. Gelatin yang diproduksi dari bahan baku kulit kambing melalui proses asam memiliki sifat-sifat yang mirip dengan gelatin komersial diantaranya dalam hal profil asam amino, profil sifat fungsional dan profil distribusi berat molekul
2. Gelatin yang diproduksi dari bahan baku kulit kambing melalui proses asam berpotensi untuk mensubstitusi gelatin komersial

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP₂M), Ditjen Dikti, Depdiknas RI atas dukungan pembiayaan melalui program Hibah Penelitian untuk Mahasiswa Program Doktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Abustam, E., M.I.Said, N.K. Sukendar dan E. Wahyuddin. 2003. Produksi Gelatin dan Produk Kapsul dari Kaki (shank) Ayam. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Anonim. 2010. Statistik Perkembangan Ekspor-Impor Indonesia 2009. Kementerian Perindustrian RI. www.kemenperin.go.id. [Diakses 8 Desember 2010]
- Anonim. 2009. Gugus Fungsional. http://wikimediafoundation.org/wiki/Terms_of_Use.
- Badii, F and K.H. Nazlin. 2006. Fish Gelatin. Structure, gelling properties, and interaction with egg albumen proteins. *Food Hydrocolloids*, **20**: 630-640.
- Carvalho, R.A., P.J.A. Sobral, M. Thomazine, A.M.Q.B. Habitante, B. Giménez, M.C. Gómez-Guillén and P. Montero. 2007. Development of edible films based on differently processed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) skin gelatin. *Food Hydrocolloids*, **22** (6): 1117-1123.
- Duan, R., J. Zhang, X. Du, X. Yao and K. Konno. 2008. Properties of collagen from skin, scale and bone of carp (*Cyprinus carpio*). *Food Chemistry*, **112** (3): 702-706.
- Giménez, B., M.C. Gómez-Guillén and P. Montero. 2005. Storage of dried fish skins on quality characteristics of extracted gelatin. *Food Hydrocolloids*, **19** (6): 958-963.

- Gómez-Guillén., M.C., J. Turnay, M.D. Fernández-Díaz, N. Ulmo, M.A. Lizarbe and P. Montero. 2002. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species : A comparative study. *Food Hydrocolloids*, **16**: 25–34.
- Grobben, A. H., P.J. Steele, R.A. Somerville, and D.M. Taylor. 2004. Inactivation of the *bovine-spongiform-encephalopathy* (BSE) agent by the acid and alkali processes used in the manufacture of bone gelatine. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, **39**: 329-338.
- Gudmundsson, M. 2002. Rheological properties of fish gelatin. *J.Food Sci.*, **67** (6): 2172-2175.
- Gudmundsson, M and H. Hafsteinsson. 1997. Gelatin from cod skin as affected by chemical treatments. *J.Food Sci.*, **62**: 37-39.
- Hidaka, S and S.Y. Liu. 2002. Effect of gelatins on calcium phosphate precipitation : a possible application for distinguishing bovine bone gelatin from porcine skin gelatin. *J.Food Composition and Analysis*, **16**: 477-483.
- Leeson, C.R., T.S.Leeson and A.A.Paparo. 1995. *Buku Ajar Histologi (Textbook of Histology)*. Penerjemah : Siswojo, S.K., J.Tambajong, S. Wonodirekso, I.A.Suryono, R.Tanzil, H.Soeharto, S.Roewijoko, I.Goeritnoko dan M. Martoprawiro. Edisi V, Penerbit Buku Kedokteran, Jakarta.
- Leuenberger, B.H. 1991. Investigation o viscosity and gelation properties of different mammalian and fish gelatins. *Food Hydrocolloids*, **5** (4): 353–361.
- Martoharsono, S dan Mulyono. 1978. *Petunjuk Praktika Biokimia*. Tim Pengelola Kuliah dan Praktika BIOKIMIA. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Muchtadi, D. 1993. *Teknik Evaluasi Nilai Gizi Protein*. Program Studi Ilmu Pangan. IPB, Bogor.
- Muyonga, J.H., C.G.B. Cole and K.G. Duodu. 2004. Extraction and physico-chemical characterization of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. *Food Hydrocolloids*, **18**: 581-592.
- Muyonga, J.H., C.G.B. Cole and K.G. Duodu. 2003. Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopic study of acid soluble collagen and gelatin from skins and bones of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*). *Food Chemistry*, **86** (3): 325-332.
- Nagai, T., N. Suzuki and T. Nagashima. 2008. Collagen from common minke whale (*Balaenoptera acutorostrata unesu*). *Food Chem.*, **111** (2): 296-301.
- Normand, V., S.Muller, J-C.Ravey and A.Parker. 2000. Gelation kinetics of gelatin: A master curve and network modeling, *Macromolecules*, **33**: 1063–1071.
- Ockerman, H.W and C.L. Hansen. 2000. *Animal By Product Processing and Utilization*. CRC Press, USA.
- Pranoto, Y. 2008. Pemanfaatan Gelatin Ikan dalam Industri Pangan. <http://www.foodreview.biz/login/preview.php?view&id=55706> [Diakses 9 November 2010]
- Rahmawati, H. 2008. Karakterisasi Gelatin Hasil Ekstraksi Kulit Segar dan Kering dari Beberapa Jenis Ikan Air Laut dan Tawar. *Tesis*. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Sekolah Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Sarkar, K.T. 1995. *Theory and Practice of Leather Manufacture*. The Author 4. Second Avenue, Mahatma Gandhi Road, Madras 600 041.
- Sastrohamidjojo, H. 1992. *Spektroskopi Infra Merah*. Editor : Sardjoko. Cetakan Pertama. Liberty, Yogyakarta.

- Sastrohamidjojo, H. 2001. *Spektroskopi*.
Cetakan Kedua. Liberty, Yogyakarta.
- Schrieber, R and H. Gareis. 2007. *Gelatine Handbook*, Wiley-VCH GmbH & Co, Weinhem
- Zeugolis, D.I., S.T. Khew, E.S.Y. Yew, A.K. Ekaputra, Y.W. Tong, L.L.Yung, D.W. Hutmacher, C.Sheppard and Michael. 2008. Electro-spinning of pure collagen nano-fibres – Just an expensive way to make gelatin ?. *Biomaterials*, (15), 2293-2305.