



Kulit Kaki Ternak dan Potensinya Sebagai Edible

Penulis :
I Nyoman Sumerta Miwada, S.Pt, M.P
I Nengah Simpen, SSi, M.Si
Dr. Ir. I Ketut Sukada, M.Si

Kulit Kaki Ternak dan Potensinya Sebagai *Edible*

I Nyoman Sumerta Miwada
I Nengah Simpen
I Ketut Sukada



Penerbit
Hikari Janana

**KULIT KAKI TERNAK DAN
POTENSINYA SEBAGAI *EDIBLE***

Penulis:

I Nyoman Sumerta Miwada
I Nengah Simpen
I Ketut Sukada

ISBN: 978-602-60868-0-8

Editor:

Anthonius Wayan Puger
I Putu Suparthana

Penerbit

Hikari Jnana

Cetakan ke:

I. Januari 2017
viii + 61 hlm; 15,5 x 23 cm

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruhnya dari buku ini dengan cara apapun tanpa seijin tertulis dari penerbit.

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Kuasa, sehingga kegiatan penulisan buku ajar sebagai output dari penelitian skim Hibah Bersaing ini dapat dilakukan. Buku ini merupakan rangkuman hasil penelitian skim Hibah Bersaing selama 2 tahun yakni tahun 2014-2015 dengan judul penelitian : **“Produksi dan Formulasi Edible Coating Berbasis Gelatin dari Kulit Kaki Ternak dan Potensinya dalam Mempertahankan Kualitas Bakso”**. Punulisan buku ajar ini sendiri diberi judul : **"Kulit Kaki Ternak dan Potensinya sebagai Edible"**.

Draft buku dapat disusun berkat kerjasama semua pihak. Untuk itu melalui kesempatan ini diucapkan terima kasih yang sangat dalam, kepada yang terhormat :

1. Dirjen DIKTI atas bantuan hibah bersaing yang diberikan sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan baik
2. Rektor Universitas Udayana dalam hal ini Ketua LPPM Unud atas persetujuannya sehingga kegiatan ini bisa dilaksanakan
3. Bapak Dekan Fakultas peternakan Unud, atas segala fasilitas laboratorium yang mendukung kegiatan penelitian ini
4. Kepala Laboratorium Teknologi dan Mikrobiologi Hasil Ternak Unud atas kejasamanya sehingga kegiatan penelitian dapat berjalan sesuai dengan rencana

Akhirnya, kami mengharapkan semoga buku ajar ini bermanfaat bagi yang memerlukan.

Denpasar, Oktober 2016

Ketua Pelaksana

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
II. METODOLOGI EKSTRAK KULIT	7
III. KULIT KAKI TERNAK DALAM STRUKTUR HISTOLOGIS	9
IV. EKSTRAKSI KULIT KAKI TERNAK	13
V. GELATIN DARI KULIT KAKI TERNAK	26
VI. PRODUKSI EDIBLE BERBASIS GELATIN DARI KULIT KAKI TERNAK	39
VII. APLIKASI EDIBLE PADA PRODUK BAKSO	50
DAFTAR PUSTAKA	57

Daftar Tabel

1.	Rataan volume dan berat kering gelatin dari kulit cekeker dengan curing asam asetat variasi konsentrasi selama 3 hari	16
2.	Rataan volume dan berat kering gelatin dari kulit cekeker dengan curing basa variasi konsentrasi selama 3 hari	16
3.	Analisis Proksimat Gelatin Curing Asam Asetat (1,5%)	18
4.	Analisis Proksimat Gelatin Curing Basa (2,0%) ...	18
5.	Rataan volume gelatin (mL) dari variasi waktu curing asam dan basa	22
6.	Rataan berat kering gelatin (g) dari variasi waktu curing asam dan basa	22
7.	Karakteristik gelatin kering hasil ekstraksi etanol (1:1)	24
8.	Ringkasan karakteristik gelatin tipe A dan B	28
9.	Berat Kulit dan Volume Gelatin yang Dihasilkan	28
10.	Karakteristik Kimia Fisik Gelatin Kulit Kaki Ayam, Kulit Kaki Sapi dan Kulit Kaki Kambing	31
11.	Profil Asam Amino Gelatin dari Aneka Kulit Kaki Ternak	35
12.	Jumlah (gr) Penggunaan Gelatin sebagai bahan Baku Edible Film (Rasio Gelatin : Gliserol) Berbeda	42
13.	Viskositas (poise) <i>Edible Film</i> Berbasis Gelatin dari Aneka Kulit Kaki Ternak	42
14.	Protein (%) <i>Edible Film</i> Berbasis Gelatin dari Aneka Kulit Kaki Ternak	44

15.	Nilai pH Edible Berbasis Kulit Kaki Ternak dan Bahan Antibakteri dari Ekstrak Cengkeh, Daun Sirih dan Asam Askorbat	46
16.	Pertumbuhan Diameter (mm) Koloni <i>Salmonella typhi</i> pada Edible Coating	46
17.	Pertumbuhan Diameter (mm) Koloni <i>Eschericia coli</i> pada Edible Coating	48
18.	Pertumbuhan Diameter (mm) Koloni <i>Staphylococcus aureus</i> pada Edible Coating ..	48
19.	Kandungan Air (%) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis <i>Edible</i> Berbeda	51
20.	Nilai pH Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis <i>Edible</i> Berbeda	52
21.	Kandungan Protein (%) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis <i>Edible</i> Berbeda	53
22.	Kandungan Lemak (%) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis <i>Edible</i> Berbeda	53
23.	Kandungan Abu (%) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis <i>Edible</i> Berbeda	55
24.	Total Plate Count (CFU/g) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis <i>Edible</i> Berbeda	55
25.	Total Coliform (APM/g) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis <i>Edible</i> Berbeda	56

Daftar Gambar

1.	Model ikatan hidrogen pada kolagen (Covington dan Lampard, 1998)	11
2.	Kolagen kulit pada kondisi asam, netral, dan basa (Sarkar, 1995)	12
3.	Model struktur gelatin yang telah terekstrak (Anonim, 2005)	15
4.	Gelatin terekstrak etanol	20
5.	Gelatin tidak terekstrak etanol	20
6.	Hasil FTIR Gelatin dari Ekstrak Kulit Kaki Ayam	29
7.	Hasil FTIR Gelatin dari Ekstrak Kulit Kaki Sapi	29
8.	Hasil FTIR Gelatin dari Ekstrak Kulit Kaki Kambing	30
9.	Deskripsi Profil Asam Amino Gelatin Kulit Kaki Ayam	32
10.	Deskripsi Profil Asam Amino Gelatin Kulit Kaki Sapi	32
11.	Deskripsi Profil Asam Amino Gelatin Kulit Kaki Kambing	33
12.	Deskripsi Standar Profil Asam Amino	33
13.	Penampang Gelatin dari Kulit Kaki Ayam Broiler, Kulit Kaki Sapi dan Kulit Kaki Kambing (berurutan dari atas ke bawah) dengan Perbesaran 1000 x	36
14.	Karakteristik Kelarutan Kulit Selama Curing Asam Asetat (1,5%) Selama 3 Hari	37
15.	Hasil Pengamatan Kemampuan Gelatin dari Kulit Kaki Ternak dalam Membentuk Zona Hambat Bakteri	38

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kulit kaki ternak adalah salah satu limbah (*by product*) yang ditemukan di tempat pemotongan hewan yang jumlahnya berlimpah dan keberadaannya menyatu dengan komponen lainnya, yakni tulang kaki ternak. Kandungan protein kolagen pada kulit kaki yang tinggi, yakni lebih dari 80% (Purnomo, 1992) merupakan potensi ekonomi yang belum maksimal dimanfaatkan. Potensi kulit kaki ternak sebagai bahan baku *edible film* perlu dikaji untuk memberi sentuhan nilai guna (*added value*) yang lebih tinggi dari *by product* ini dan sekaligus potensinya diaplikasikan sebagai bahan *coating* (pelapis) pada produk bakso.

Edible film merupakan kemasan yang bersifat *biodegradable* yang ramah lingkungan dan mudah diuraikan. Kajian penelitian pencarian sumber-sumber bahan baku kemasan yang bersifat *biodegradable* perlu dilakukan, mengingat potensi kemasan ini kedepan semakin tinggi sebagai alternatif dari kemasan yang sintesis dan menjanjikan. Menurut definisinya, *edible film* merupakan lapisan tipis yang dapat dimakan, dibentuk melapisi komponen makanan (*coating*), ditempatkan di atas atau di antara komponen makanan. Dalam produk pangan, lapisan tipis ini berfungsi untuk penghambat perpindahan uap air (Krochta *et al.* , 1994) dan pertukaran gas (Liu dan Han, 2005), mencegah kehilangan aroma dan perpindahan lemak (Krochta dan Johnson, 1997), meningkatkan karakteristik fisik, dan sebagai pembawa zat aditif serta bersifat ramah lingkungan (Kim dan Ustunol, 2001) dan (Simelane dan Ustunol, 2005). Menurut Donhowe dan Fennema (1993) bahwa bahan dasar pembentuk *edible film* dapat terdiri hidrokoloid, lipida, dan komposit. Hidrokoloid yang cocok antara lain senyawa protein, turunan selulosa, alginat, pektin, pati dan polisakarida lainnya (Caner *et al.*, 1998). Lipida yang biasa digunakan waxes, asilgliserol, dan asam lemak. Sedangkan, komposit merupakan gabungan lipida dengan hidrokoloid.

Selama ini bahan baku *edible film* yang banyak digunakan adalah dari golongan pati, sedangkan golongan protein dari ternak masih jarang digunakan. Salah satu bahan baku *edible film* dari golongan protein asal ternak yang memiliki sifat-sifat yang baik dan diduga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku adalah protein pada kulit kaki ternak. Pemanfaatan kulit kaki ternak ini sebagai bahan baku *edible film* perlu dilakukan dengan terlebih dahulu dilakukan proses gelatinisasi pada protein kolagen yang ditemukan pada kulit

kaki ternak. Proses gelatinisasi protein kolagen pada kulit kaki ternak dapat dilakukan dengan metode modifikasi dari Miwada dan Simpen (2007). Kajian potensi protein kolagen pada kulit kaki ternak meliputi kulit kaki ayam, kulit kaki kambing dan kulit kaki sapi. Potensi dari ketiga jenis bahan baku yang berbeda ini diduga akan memberikan karakteristik yang berbeda pada *edible film*, khususnya *edible film* jenis *coating* untuk melapisi produk bakso. Keberhasilan penelitian tentang formulasi *edible coating* pada produk bakso ini diharapkan mampu menjaga kualitas bakso dari kerusakan (awet alami). Penelitian ini mempunyai keutamaan (urgensi), yakni:

1. Merupakan langkah menemukan solusi dalam mengatasi masalah *by product* dari pemotongan ternak, khususnya kulit kaki ternak yang selama ini nilai gunanya belum jelas secara komersial. Penggunaan sebagai rambak disamping secara ekonomi nilai manfaatnya rendah dan juga secara nilai nutrisi, potensi yang terdapat pada kulit kaki ternak (protein kolagen) tidak maksimal bisa digunakan. Disisi lain, protein kolagen pada kulit kaki ternak merupakan potensi terpendam yang sebenarnya bisa ditingkatkan secara maksimal nilai gunanya melalui pengolahannya menjadi gelatin dan diaplikasikan sebagai bahan baku *edible film*. Oleh karena itu, penggunaan kulit kaki ternak melalui hidrolisis protein kolagen menjadi gelatin adalah solusi yang akan dikaji pada penelitian ini, apalagi jenis kulit kaki yang berbeda diduga akan menghasilkan karakteristik gelatin yang berbeda.
2. Gelatin adalah bahan baku multiguna dan pada kegiatan penelitian tahun pertama telah berhasil dikembangkan sebagai bahan baku *edible film*. Potensi gelatin dari kulit ternak sebagai bahan baku utama *edible film* perlu ditingkatkan ekstensibilitas, fleksibilitas dan ketahanan *edible film* yang dihasilkan dengan penambahan *plasticizer*. Formula *edible film* berbasis gelatin dari kulit kaki ternak akan dihasilkan pada tahap ini dengan karakteristik yang diduga berbeda-beda. Formula *edible film* berbasis gelatin yang dihasilkan akan mampu menjadi solusi dalam pengembangan Ipteks kemasan pangan yang aman dan ramah lingkungan serta sekaligus mereduksi *by product* pemotongan ternak menjadi produk yang mempunyai nilai komersial.
3. Aplikasi *edible film* berbasis gelatin dari kulit kaki ternak sebagai *edible coating* (pelapis) produk bakso diharapkan dapat melindungi produk bakso. Karena *edible coating* dapat berfungsi sebagai penahan laju transpirasi produk serta sekaligus melindungi produk dari kerusakan oleh aktivitas mikroorganisme. Oleh karena itu, produk bakso yang dilapisi

edible coating diduga akan mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pelapisan dengan *edible coating* terutama masa simpannya.

4. Penelitian ini juga ditingkatkan kemampuan *edible coating* sebagai pelapis produk bakso dengan memberikan tambahan perlakuan antibakteri dari aneka rempah-rempah yang memiliki fungsi sebagai bahan antibakteri, yaitu ekstrak minyak cengkeh, ekstrak daun sirih dan dibandingkan dengan penggunaan askorbat dan tanpa penambahan anti bakteri. Secara keseluruhan, penelitian ini akan menghasilkan paket teknologi tepat guna dalam optimalisasi potensi kulit kaki ternak sebagai upaya inovatif dalam pengembangan Ipteks pengemasan pangan yang aman dan ramah lingkungan.
5. Paket teknologi pemanfaatan kulit kaki ayam broiler (kka), kulit kaki kambing (kkk) dan kulit kaki sapi (kks) sebagai bahan baku gelatin serta selanjutnya diaplikasikan sebagai bahan baku utama *edible coating* akan dapat membuka/menjadi peluang usaha baru sehingga dapat menjadi sumber penghasilan baru/tambahan penghasilan bagi masyarakat demi peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi karakteristik gelatin dari kulit kaki ayam broiler (kka), kulit kaki kambing (kkk) dan kulit kaki sapi (kks) yang selanjutnya digunakan sebagai bahan baku utama produk *edible film*.
2. Mengevaluasi kualitas produk *edible film* berbasis gelatin dari kka, kkk dan kks dari berbagai formula yang dilakukan.
3. Mengevaluasi kualitas *edible film* sebagai pelapis (*coating*) produk bakso dengan formula dari aneka *edible film* berbasis gelatin pada masing-masing jenis kulit ternak dan mengkaji masa simpan produk bakso yang ditemukan.
4. Meningkatkan kualitas *edible coating* yang telah dihasilkan pada tahun pertama dengan memberikan perlakuan penambahan bahan alami sebagai antibakteri (ekstrak minyak cengkeh dan ekstrak daun sirih) sehingga dihasilkan kemasan *biodegradable* yang sekaligus mempunyai kemampuan sebagai antibakteri dan antioksidan pada produk bakso.

5. Mengevaluasi kemampuan aktivitas antimikrobia yang dihasilkan oleh *edible* dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen (*Salmonella typhii*, *Escherichia coli*, dan *staphylococcus aureus*).
6. Menentukan rasio kombinasi *edible* dari jenis kulit kaki ternak dengan bahan ekstrak antibakteri alami.
7. Mengoptimalkan nilai guna dari *by product* jenis kulit kaki ternak dan membuka peluang pengembangan usaha baru untuk peningkatan penghasilan (kesejahteraan masyarakat).
8. Menghasilkan paket teknologi kemasan pangan (bakso) yang ramah lingkungan dengan bahan baku dari *by product* pada pemotongan ternak. Mendukung pengurangan penggunaan kemasan sintetis pada produk makanan dengan meningkatkan penggunaan kemasan yang sekaligus layak untuk dikonsumsi (dimakan).

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah menjadi media pengembangan riset penggunaan limbah hasil ternak untuk bahan baku pengemasan alami (*edible film*) dan diaplikasikan pada bakso. Paket teknologi yang dihasilkan pada penelitian ini akan menginisiasi kegiatan riset berikutnya dalam upaya peningkatan nilai tambah limbah hasil ternak dan aplikasinya sebagai *edible film* melalui pendekatan inovasi kreatif.

BAB II. METODOLOGI EKSTRAK KULIT

Dilakukan penyiapan bahan baku yakni proses penyiapan gelatin dari kulit kaki ayam broiler (kka), kulit kaki kambing (kkk), dan kulit kaki sapi (kks) dengan menggunakan metode modifikasi menurut Miwada dan Simpen (2005). Kulit kaki semua perlakuan (K1, K2, dan K3) segar dicuci sampai benar-benar bersih, ditiriskan, dan *dicuring* masing-masing menggunakan larutan asam asetat dengan konsentrasi 1,5% selama 3 hari, lalu dicuci sampai benar-benar bersih (sampai menunjukkan pH netral atau tes negatif terhadap indikator pp). Kulit kaki ayam yang telah *dicuring* asam diekstraksi dengan etanol (1:1) selama 1 jam untuk meminimalkan lemak. Setelah ekstraksi dilakukan selama 1 jam, dilanjutkan dengan pencucian, penyaringan, penguapan larutan pengestrak, dan pengentalan produk gelatin yang diperoleh.

Diproduksi *edible film* dengan formulasi ekstraksi jenis gelatin dari masing-masing perlakuan kka, kkk, dan kks (tahap pertama) dengan bahan pemelastik (*plasticizer*) jenis gliserol dengan rasio (1 : 0); (5 : 1) (5 bagian gelatin dan 1 bagian gliserol); (10 : 1); (15 : 1) dan (20 : 1). Setiap kombinasi perlakuan yang diterapkan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Proses pembuatan *edible film* dilakukan secara *casting* menurut metode Carvalho *et al.* (2007) dan Sobral (2001) dengan sedikit modifikasi. Larutan film yang telah dibuat, selanjutnya dimasukkan ke dalam *water bath* dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 45 menit sambil diaduk hingga partikel gelatin dan gliserol tercampur secara sempurna (homogen). Larutan kemudian dituang pada wadah cetakan teflon setipis mungkin dalam keadaan panas dan selanjutnya ditempatkan pada oven dalam posisi rata. Teflon yang berisi larutan film kemudian dikeringkan pada suhu 55°C selama 18-20 jam hingga terbentuk lapisan tipis. Teflon kemudian dikeluarkan dari oven dan dikondisikan dengan suhu ruangan selama kurang lebih 10 menit. Secara perlahan-lahan lapisan tipis yang terbentuk dikelupas (*peeling*) dengan ujung pisau yang tumpul hingga keseluruhan lapisan film terlepas. Film kemudian dibungkus dengan plastik bening dan dimasukkan ke dalam wadah plastik yang sebelumnya diberi dengan silika gel untuk mencegah kerusakan film oleh kelembaban

Karakteristik produk *edible coating* yang optimum sebagai bahan pengemas alami produk bakso ditingkatkan lagi kualitasnya dengan memberi tambahan perlakuan anti bakteri dari ekstrak cengkeh, ekstrak daun sirih, dan askorbat dengan perbandingan larutan film (kka;

kkk dan kks) dan bahan anti bakteri dengan rasio masing-masing (1 : 1); (1 : 2); (1 : 3); (3 : 1); dan (2 : 1).

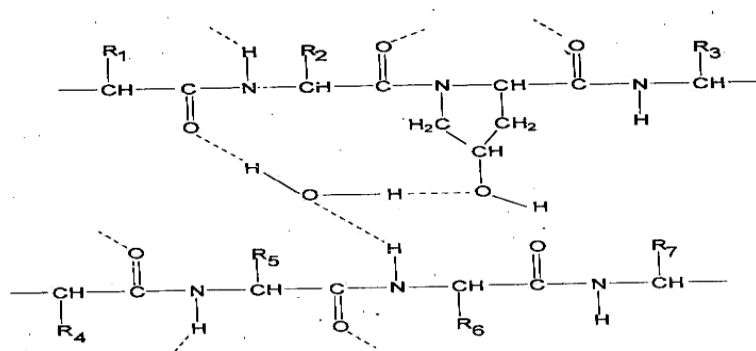
BAB III

KULIT KAKI TERNAK DALAM STRUKTUR HISTOLOGI

Kulit kaki ternak adalah *by product* dari pemotongan ternak yang potensinya belum maksimal dimanfaatkan. Kulit kaki ternak, seperti kulit kaki ayam broiler (kka), kulit kaki kambing (kkk) dan kulit kaki sapi (kks) secara struktur histologi adalah sama yakni tersusun dari epidermis. Kaki ayam (*shank*) atau lazim disebut cekar ayam mempunyai ukuran minimal 4 cm dan panjangnya dapat mencapai 13 cm. Dengan teknik pengulitan yang mudah dan sederhana, maksimal akan diperoleh kulit kaki ayam mentah seluas $\pm 52 \text{ cm}^2$ atau setiap ekor ayam akan dapat menghasilkan kulit mentah seluas 104 cm^2 . Ukuran luas kulit kaki ayam pedaging (13 X 4) cm^2 . Kulit kaki ayam segar terdiri dari komposisi kimia seperti protein dan air 88,88%; lemak 5,6%; abu 3,49%; dan bahan-bahan lain 2,03% (Purnomo, 1992). Demikian pula dengan kulit kaki kambing dan kulit kaki sapi selama ini potensinya hanya digunakan sebagai rambak.

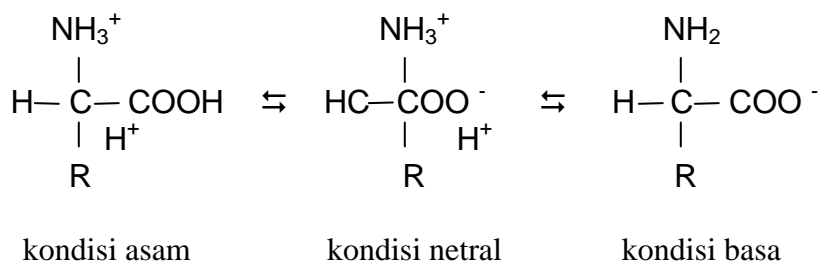
Secara histologi, ketiga jenis kulit kaki ternak ini sama-sama mengandung protein kolagen yang merupakan jenis protein penting yang terdapat pada bagian korium dalam struktur histologi kulit (Brown *et al.*, 1997), meskipun dalam persentase yang berbeda-beda. Djojowidagdo (1988) menyebutkan bahwa semakin tua umur ternak, komposisi kulit khususnya protein kolagen semakin tinggi, kadar lemak semakin tinggi, namun persentase kadar abunya semakin endah. Soeparno (1998) mengatakan bahwa jumlah dan kekuatan fisik kolagen dapat meningkat sejalan dengan meningkatnya umur hewan. Swatland (1984) menjelaskan bahwa serabut kolagen jaringan ikat mempunyai diameter 1-12 μm , sedangkan ikatan-ikatan paralel fibrilal penyusun serabut kolagen berdiameter 20-100 nm. Lebih lanjut disebutkan bahwa kecepatan pertumbuhan berkas serabut kolagen semakin menurun sampai pada umur tertentu sampai akhirnya mencapai konstan. Sarkar (1995) menyebutkan bahwa kolagen pada kulit hewan kecil berkisar antara 30–33% (berat kering, bk), pada kulit anak sapi (84% bk), sapi dewasa (87,2% bk) dan sapi jantan (95,1% bk).

Kolagen merupakan protein utama kulit yang kandungannya cukup tinggi dan termasuk golongan protein fibrus. Ekstraksi protein kolagen kulit dapat dihasilkan produk yang disebut dengan gelatin. Sarkar (1995) menyebutkan bahwa kolagen pada kulit hewan kecil berkisar antara 30–33% (berat kering atau bk), sedangkan pada kulit anak sapi (84% bk), sapi dewasa (87,2% bk) dan sapi jantan (95,1% bk). Protein kolagen dihubungkan dengan ikatan hidrogen dan ikatan kovalen-silang yang hanya dijumpai pada kolagen. Model ikatan antara hidrogen dengan kolagen, ditunjukkan seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Model ikatan hidrogen pada kolagen (Covington dan Lampard, 1998)

Ikatan hidrogen berpengaruh terhadap sifat fisik kulit segar. Kerusakan molekul kolagen dapat terjadi karena pelepasan molekul air dari ikatannya di dalam molekul tersebut (Bienkiewicz, 1990).



Gambar 2. Kolagen kulit pada kondisi asam, netral, dan basa (Sarkar, 1995)

Sifat kolagen tidak larut dalam larutan netral atau air, tetapi dapat larut dalam asam kuat dan basa kuat (Sarkar, 1995). Pada Gambar 2, kolagen dalam kondisi netral (pH isoelektrik) berada dalam bentuk ion dipolar atau disebut juga ion *zwitter*. Pada asam amino dipolar, gugus amino mendapat tambahan sebuah proton dan gugus karboksil terdisosiasi. Derajat ionisasi dari asam amino sangat dipengaruhi oleh pH. Pada pH rendah (asam) gugus karboksilnya tidak terdisosiasi, sedangkan gugus aminonya menjadi ion. Pada pH tinggi

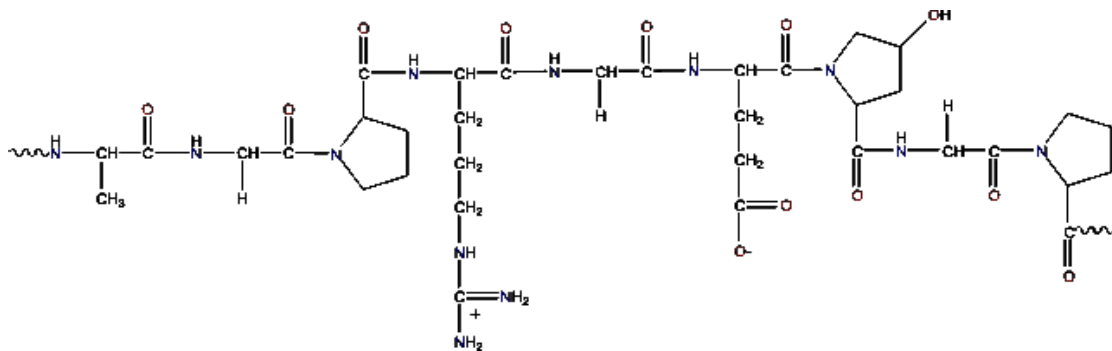
(basa), karboksil terdisosiasi sedangkan gugus aminonya tidak. Sifat lain kolagen, jika dididihkan di dalam air, kolagen akan mengalami transformasi dari sifat yang tidak larut menjadi mudah larut yang disebut gelatin, yaitu merupakan campuran polipeptida yang larut, dengan proses reaksinya melibatkan proses hidrolisis beberapa ikatan kovalen pada kolagen. Namun kualitas gelatin sangat dipengaruhi dari proses pemisahannya. Komposisi kolagen terdiri dari glisin 35%, alanin 11%, serta gabungan prolin dan hidroksiprolin 21%. Asam amino prolin dan hidroksiprolin hanya dijumpai pada kolagen dan elastin. Komposisi asam amino kolagen tersebut menyebabkan produk gelatin (sebagai sumber protein hewani) rendah kualitasnya sebagai akibat dari rendahnya komposisi asam amino esensial (Bienkiewicz, 1990). Sifat kolagen ini memberikan hasil gelatin yang berbeda bila diisolasi dengan pelarut yang berbeda, sehingga sangat perlu dipelajari jenis pelarut yang berbeda pada konsentrasi yang berbeda pula untuk menghasilkan gelatin sesuai yang diharapkan.

BAB III EKSTRAKSI KULIT KAKI TERNAK

Ekstraksi pelarut (ekstraksi padat-cair) adalah metode pemisahan (isolasi) suatu komponen dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai, dimana zat yang diekstraksi terdapat di dalam campuran yang berbentuk padatan (Yazid, 2005). Ekstraksi minyak atau lemak adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Ekstraksi tersebut meliputi distribusi minyak atau lemak di dalam pelarut organik seperti kloroform, eter, atau heksana. Cara ekstraksi ada bermacam-macam, yaitu *rendering*, pengepresan, dan ekstraksi pelarut (Ketaren, 1986). *Rendering* merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak dengan kandungan air masih tinggi. Pengepresan merupakan suatu cara untuk mengekstraksi minyak atau lemak, terutama dari biji-bijian. Cara ini dilakukan untuk memisahkan minyak dari bahan yang berkadar minyak atau lemak tinggi (lebih dari 50%). Umumnya, minyak atau lemak yang didapat juga masih banyak mengandung air. Sedangkan, ekstraksi dengan pelarut secara prinsip adalah ekstraksi dengan melarutkan minyak atau lemak dalam pelarut minyak atau lemak seperti kloroform, eter, atau heksana. Pada cara ini, kadar minyak atau lemak yang dapat ditarik (diambil) dari komponen yang ingin dihilangkan minyak atau lemaknya bisa mencapai di atas 99%. Penelitian model ini pernah

dilakukan oleh Sutini (1994), yaitu mengisolasi minyak pada daging buah adpokat melalui metode ekstraksi menggunakan pelarut petroleum eter. Ternyata, metode ekstraksi menggunakan pelarut kimia cukup efektif dalam mendapatkan minyak, dengan rendemen di atas 60%. Untuk itu, dalam penelitian ini dilakukan ekstraksi minyak atau lemak hasil *curing* asam maupun basa menggunakan pelarut campuran kloroform-etanol dan heksana-etanol dalam berbagai perbandingan dengan dasar pemikiran bahwa minyak atau lemak yang terkandung dalam kolagen merupakan minyak atau lemak semi polar (adanya gugus hidroksiprolin dan asam amino) sehingga diharapkan dapat terekstrak secara maksimal.

Struktur protein kolagen pada kulit dengan adanya struktur *triple helix* pada tropokolagen dengan panjang $\pm 280-300$ nm, tebal 1,5 nm serta mempunyai berat molekul sekitar 300.000 dalton dan polimerisasinya membentuk fibril kolagen (Highberger, 1993), menyebabkan kolagen sulit terekstrak sempurna. Pemurnian atau pemisahan berkas serabut kolagen dapat dilakukan dengan mendegradasi ikatan hidrogennya (Bienkiewicz, 1990). Chen *et al.*, (1991) menggambarkan model molekuler struktur tiga dimensi *triple helix* (Gly-Pro-Hyp) kolagen tipe I. Model struktur tersebut yang kemudian terisolasi dengan metode ekstraksi tertentu menjadi gelatin dengan komposisi (-Ala-Gly-Pro-Arg-Gly-Glu-4Hyp-Gly-Pro-) dan digambarkan seperti Gambar 3.



Gambar 3. Model struktur gelatin yang telah terekstrak (Anonim, 2005)

Puspawati *et al.* (2011) menyebutkan bahwa ekstraksi protein pada kulit cefer broiler dengan metode *curing* asam maupun basa disajikan pada Tabel 1 dan 2 berikut.

Tabel 1. Rataan volume dan berat kering gelatin dari kulit ceker dengan curing asam asetat variasi konsentrasi selama 3 hari.

Berat Sampel (g)	Konsentrasi (%)	Waktu (hari)	Volume Gelatin (mL)	Berat Kering (g)
50,38	0,5	3	120	2,36
50,40	1,0	3	128	3,51
50,23	1,5	3	150	4,05
50,15	2,0	3	135	2,25

Tabel 2. Rataan volume dan berat kering gelatin dari kulit ceker dengan curing basa variasi konsentrasi selama 3 hari.

Berat Sampel (g)	Konsentrasi (%)	Waktu (hari)	Volume Gelatin (mL)	Berat Kering (g)
50,78	0,5	3	39	3,01
50,00	1,0	3	33	2,07
50,02	1,5	3	65	3,18
50,37	2,0	3	90	4,36

Nilai volume dan berat kering gelatin yang tertinggi dilanjutkan sebagai bagian yang terpilih dalam penentuan efektifitas pengekstrakan etanol pada berbagai variasi. Hasil curing asam asetat dengan konsentrasi (1,5%) menghasilkan volume dan berat gelatin tertinggi masing-masing 150 mL dan 4,05 g. Sedangkan curing basa (NaOH) pada konsentrasi 2% dihasilkan gelatin tertinggi dengan volume dan berat masing-masing 90 mL dan 4,36 g. Untuk memastikan bahwa yang terekstrak itu benar-benar gelatin telah dilakukan pengujian secara kualitatif dengan menggunakan pelarut Natrium Bikromat ($K_2Cr_2O_7$) dalam suasana asam. Hasil dari pengujian tersebut diperoleh koloid dengan warna kuning. Koloid atau endapan tersebut dipastikan positif gelatin. Konsentrasi asam asetat (1,5%) telah menyebabkan protein kulit ceker mengalami swelling yang optimal dan saat dilakukan ekstraksi lanjutan proses hidrolisis protein gelatin menjadi lebih banyak diperoleh (Miwada dan Simpen, 2005). Serat protein kolagen yang berbentuk *triple helix* (Chen *et al.*, 1991) dengan curing asam mengakibatkan terjadinya penguraian menjadi rantai tunggal dalam waktu singkat sehingga pada waktu yang sama jumlah kolagen yang terhidrolisis menjadi lebih banyak (Utama, 1997). Produk hasil hidrolisis tersebut membentuk polimer gelatin (Gomes, *et al.*, 2004). Peningkatan konsentrasi asam asetat menyebabkan kulit ceker mengalami *over swelling* dan secara strukturalnya protein kulit terurai seperti bubur dan saat diekstraksi lebih lanjut kesulitan diperoleh protein

gelatin yang memadai. Hal ini disebabkan oleh terdegradasinya protein kulit ceker yang tidak terkendali pada konsentrasi melebihi 1,5% selama 3 hari curing asam asetat. Hal yang berbeda ditunjukkan oleh curing basa (Tabel 3). Konsentrasi curing dengan NaOH pada level 2% menghasilkan volume dan berat gelatin tertinggi yakni masing-masing 90 mL dan 4,36 g. Kemampuan NaOH pada konsentrasi 2% memberikan hasil yang optimal dalam upaya melakukan proses *swelling* kulit ceker.

Kedua perlakuan di atas menjadi acuan untuk dilanjutkan ke tahap pemisahan lemak menggunakan pelarut etanol. Fungsi dari pelarut etanol adalah sebagai pengikat atau pemisah komponen lemak dari hidrolisat protein. Tahap ini menjadi penting dilakukan karena menurut SNI bahwa gelatin yang baik mengandung lemak kurang dari 5%. Teknik pemisahan lemak dilakukan baik sebelum dan setelah pemanasan. Namun ditemukan kesulitan dalam melakukan proses pemisahan dengan etanol pasca pemanasan dalam water bath. Oleh karena itu, dilakukan proses pemisahan dengan larutan etanol sebelum pemanasan atau pasca curing asam ataupun basa. Hasil penentuan kualitas gelatin yang didapatkan disajikan pada Tabel 3 dan 4 berikut.

Tabel 3. Analisis Proksimat Gelatin Curing Asam Asetat (1,5%)

Analisis Proksimat Gelatin	Curing dengan asetat (1,5%)			
	Ekstraksi etanol			
	1 : 0	1 : 1	1 : 2	1 : 3
pH	5,50 ^a	5,49 ^a	5,54 ^a	5,55 ^a
Rendemen (%)	8,06 ^a	5,93 ^b	6,23 ^b	5,78 ^b
Kadar air (%)	2,12 ^a	1,65 ^b	2,67 ^a	3,15 ^c
Protein (%)	77,55 ^a	75,00 ^b	78,50 ^c	80,92 ^d
Lemak (%)	9,33 ^a	8,01 ^b	9,45 ^a	8,33 ^b
Abu (%)	0,65 ^a	0,59 ^a	0,60 ^a	0,57 ^a
E. Coli (CFU/mL)	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
Coliform (CFU/mL)	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif

Hasil analisis statistik (Tabel 3) menunjukkan bahwa pH gelatin yang diperoleh pasca ekstraksi etanol pada berbagai rasio tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Rata-rata pH yang dihasilkan berkisar antara 5,49-5,55. Hal ini disebabkan karena faktor perendaman atau curing dengan asam dalam hal ini asam asetat telah memberi pengaruh terhadap penurunan pH gelatin (Kusumawati *et al.*, 2008), namun tingkat rasio pengestrak etanol tidak

memberikan pangaruh yang berbeda terhadap rata-rata pH gelatin masing-masing perlakuan. Hal yang sama juga ditemukan pada pH gelatin dengan metode curing basa (Tabel 4).

Pembuktian lebih tentang kedua jenis gelatin asam ataupun basa ini, terlihat seperti pada Tabel 3 dan 4 menunjukkan bahwa nilai rendemen sebagai bentuk pengujian akan efektifitas metode ekstraksi yang diberikan pada kulit ceker broiler. Penggunaan pengestrak etanol baik rasio (1:1), (1:2) maupun (1:3) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Peningkatan proporsi rasio etanol tidak merubah prosentase rendemen. Hal ini kemungkinan disebabkan karena masih belum maksimalnya proses penurunan prosentase lemak pada kedua jenis gelatin tersebut. Meskipun demikian terjadi penurunan kandungan lemak gelatin masing-masing pada Tabel 3 dan 4 yang cukup nyata dibandingkan jika tidak diekstraksi etanol (gambar 4 dan 5). Rasio pengestrak etanol (1:1) lebih efisien mereduksi kandungan lemak gelatin. Simpen (2008) menyebutkan bahwa etanol adalah bahan kimia yang berpotensi sebagai pemisah lemak yang paling efektif. Namun demikian kandungan lemak gelatin baik tipe asam (Tabel 3) maupun tipe basa (Tabel 4) masih tinggi dan menjadi bukti tentang sulitnya proses pemisahan lemak dari produk gelatin yang dilakukan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, pada penelitian tahap keduanya dilakukan perluasan waktu curing asam maupun basa dengan pengestrak etanol pada rasio 1:1.

Kadar air gelatin tipe asam maupun basa lebih rendah dari batas standar maksimum yang direkomendasikan di dalam SNI yakni 16% (Anonim, 1995). Rata-rata kadar air gelatin baik tipe asam maupun basa mendekati yang direkomendasikan oleh Pearson dan Dutson (1992). Sementara itu, proporsi protein pasca ekstraksi etanol secara statistik menunjukkan peningkatan dengan meningkatnya rasio etanol. Turunnya prosentase lemak meningkatkan prosentase protein gelatin dalam satuan bahan kering (DM/Dry Matter). Namun demikian prosentase protein gelatin yang ditemukan pada analisis proksimatnya ini masih lebih rendah dari yang disampaikan oleh Pearson dan Dutson (1992) yakni 94-96% (satuan berat kering). Namun hasil dari penelitian ini mendekati seperti yang tercantum dalam SNI (Anon, 1995) yakni sekitar 87,25%. Peningkatan pengestrak etanol yang diduga akan meningkatkan terpisahnya lemak dari komponen gelatin tidak secara nyata berdampak pada aspek mikrobiologis. Aspek mikrobiologis yang diamati yakni kandungan E. Coli dan Coliform, tidak ditemukan pada produk gelatin. Hal ini membuktikan bahwa gelatin yang dihasilkan pada penelitian bisa digunakan sebagai bahan pangan. Seperti diketahui bahwa gelatin sebagai

bahan multiguna yang berperan penting dalam pembentukan struktur makanan. Hasil penelitian ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Pearson dan Dutson (1992) bahwa gelatin harus terbebas dari *E. Choli* dan *Coliform* sehingga dengan demikian bisa memenuhi prinsip-prinsip keamanan produk (Yuliati, 2003).

Tabel 4. Analisis Proksimat Gelatin Curing Basa (2,0%)

Analisis Proksimat Gelatin	Curing dengan basa (2,0%)			
	Ekstraksi etanol			
	1 : 0	1 : 1	1 : 2	1 : 3
pH	6,43 ^a	6,23 ^a	6,33 ^a	6,15 ^a
Rendemen (%)	8,66 ^a	7,93 ^b	5,93 ^c	6,03 ^c
Kadar air (%)	1,72 ^a	2,17 ^b	1,23 ^a	3,23 ^c
Protein (%)	67,46 ^a	80,43 ^b	77,06 ^c	76,87 ^c
Lemak (%)	11,33 ^a	8,45 ^b	9,67 ^b	9,85 ^b
Abu (%)	0,50 ^b	1,23 ^b	1,50 ^b	2,34 ^c
E. Coli (CFU/mL)	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
Coliform (CFU/mL)	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif



Gambar 4. Gelatin terekstrak etanol



Gambar 5. Gelatin tidak terekstrak etanol

Tabel 5. Rataan volume gelatin (mL) dari variasi waktu curing asam dan basa

Jenis curing	Waktu curing		
	1 hari	2 hari	4 hari
Asam konsentrasi 1,5%	129,50	135,00	186,00
Basa konsentrasi 2%	64,00	82,00	104,00

Secara deskriptif, waktu curing hingga 4 hari memberikan jumlah volume yang tertinggi dibandingkan dengan waktu 1 dan 2 hari. Menariknya lagi volume gelatin pada waktu curing 4 hari bisa melebihi dari waktu curing yang dirancang pada penelitian tahap pertama (Tabel 1 dan 2). Namun jika diamati secara deskriptif pada Tabel 5, justru berat kering gelatinnya lebih rendah dibandingkan waktu curing 1 hari maupun 2 hari. Hal ini termasuk pula temuan pada Tabel 3 dan 4. Ini membuktikan bahwa semakin lama dicuring asam maupun basa protein kulit ceker akan semakin tidak terkendali pengembangannya. Prosentase pengembangannya semakin tinggi namun diikuti dengan berat kering gelatin yang sangat rendah (Tabel 5). Tingkat *swelling* yang tinggi menyebabkan ikatan hydrogen dengan protein ceker semakin kuat dan berpotensi menurunkan berat kering gelatin.

Tabel 5. Rataan berat kering gelatin (g) dari variasi waktu curing asam dan basa

Jenis curing	Waktu curing		
	1 hari	2 hari	4 hari
Asam konsentrasi 1,5%	2,20	4,38	2,17
Basa konsentrasi 2%	3,78	3,69	2,78

Hasil ekstraksi etanol seperti pada Tabel 3 dan 4 menunjukkan bahwa perbandingan rasio larutan etanol (1:1) memberikan kinerja terbaik dalam fungsinya sebagai pemisah lemak gelatin. Hasil temuan seperti pada tabel diatas yang dikaitkan dengan karakteristik gelatin menyimpulkan penggunaan rasio tersebut untuk mengetahui tingkat efektifitasnya pada gelatin yang dicuring asam maupun basa. Produk gelatin yang digunakan dilihat dari waktu curing tertinggi yakni 4 hari (indikator dari volume gelatin tertinggi dibandingkan dengan waktu 1 dan 2 hari). Hasil temuan dalam riset ini disajikan secara lengkap pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik gelatin kering hasil ekstraksi etanol (1:1)

Karakteristik gelatin dari beberapa indicator	Jenis gelatin	
	Asam Asetat (1,5%)	Basa (NaOH 2%)
pH	4,80	6,50
Viskositas (poise)	6,49	7,23
Rendemen (%)	6,59	5,29
Kadar air (%)	1,51	0,49

Protein (%)	45,88	53,75
Lemak (%)	2,35	4,24
Abu (%)	0,17	2,94
E. Coli (CFU/mL)	-	-
Coliform (CFU/mL)	-	-

Hasil penelitian menunjukkan perendaman kulit cecek dengan asam asetat (1,5%) maupun basa (2%) selama 4 hari menunjukkan perbedaan yang nyata. Karakter asam cukup kuat memberikan pengaruh *swelling* pada kulit cecek dibandingkan dengan basa. Berat awal yang sama ternyata kemampuan sifat *swelling* asam sebesar 300% dibandingkan dengan basa hanya 200%. Zhou dan Regenstein (2005) menyebutkan bahwa proses *swelling* ini penting untuk melepas komponen-komponen yang tidak diperlukan selain protein kolagen pada kulit cecek. Hasil *swelling* dari kedua kondisi tersebut dengan perlakuan ekstraksi etanol (1:1) diperoleh hasil yakni nilai pH gelatin asam lebih rendah dibandingkan gelatin basa. Perendaman dengan asam cenderung menurunkan pH gelatin sedangkan perendaman dengan basa cenderung meningkatkan nilai pH. Padahal saat pencucian telah dilakukan upaya netralisasi pH bahan baku gelatin sebelum dipanaskan dalam *water bath*. Karakteristik gelatin ditinjau dari kualitas pH tidak nyata dipengaruhi oleh kemampuan pengekstrak etanol. Namun demikian nilai pH gelatin asam maupun basa masih berkisar pada rentang nilai gelatin yang ditetapkan dalam standar SNI maupun yang disampaikan oleh Pearson dan Dutson (1992).

Hasil penelitian pada Tabel 6, menyebutkan bahwa tingkat kekentalan atau viskositas gelatin asam lebih rendah dibandingkan dengan gelatin basa. Rendahnya viskositas gelatin asam disebabkan oleh rendahnya pH gelatin yang berdampak saat penguraian molekul kolagen. Berbeda dengan gelatin basa yang nilai pH lebih tinggi dan tentunya saat penguraian molekul kolagen viskositas gelatin lebih terjaga. Sementara itu, rendemen gelatin yang didapat pada penelitian ini (Tabel 6) lebih tinggi pada gelatin asam dibandingkan gelatin basa. Waktu curing selama 4 hari dan penggunaan pengekstrak etanol mampu menjaga penurunan berat kering gelatin asam yang lebih baik dibandingkan dengan gelatin basa.

Kadar air yang diperoleh dengan memberi perlakuan ekstraksi etanol (1:1) kurang berdampak. Rentangan kadar air yang didapat masih sesuai dengan kadar air gelatin maksimum yakni 16% (Anonim, 1995). Hasil pengamatan secara statistik menunjukkan bahwa kandungan protein gelatin asam lebih rendah dibandingkan gelatin basa. Hidrolisis protein kulit cecek dengan asam asetat lebih kuat memberikan dampak hidrolisis protein

kolagen kulit sehingga saat dilakukan pemanasan (dalam water bath) lebih banyak protein yang terbuang. Bienkiewicz (1990); Covington dan Lampard (1998) menyebutkan bahwa kerusakan molekul protein kolagen ditandai dengan terjadi pelepasan molekul air dari ikatannya sehingga ikatan silang menjadi lemah dan saat dipanaskan tidak mampu bersifat reversibel.

Kadar lemak yang didapat masih pada rentangan yang direkomendasi di dalam SNI. Bahkan pada Tabel 6, terlihat bahwa kandungan lemak gelatin asam dan basa masih lebih rendah dibandingkan yang direkomendasikan dalam SNI (maksimum 5%). Penggunaan pengekstrak etanol pada rasio 1:1 mampu memberi jawaban akan upaya penurunan kandungan lemak gelatin. Sementara itu, kadar abu dipengaruhi oleh tingkat demineralisasi selama curing dan ekstraksi etanol. Selama curing akan terjadi reaksi baik pada curing asam maupun basa dengan mineral kulit ceker (calsium). Hasil reaksinya terbentuk garam kalsium sehingga kulit ceker menjadi lunak. Semakin banyak mineral ceker yang larut akan berdampak pada rendahnya kadar abu, seperti gelatin asam menghasilkan kadar abu yang jauh lebih rendah dibandingkan gelatin basa (Tabel 6). Secara deskripsi teramati pada penelitian ini tingkat kelunakan kulit ceker pada curing asam lebih tinggi di bandingkan dengan basa. Hal yang menarik ditemukan pada penelitian ini bahwa pasca ekstraksi etanol (1:1) terjadi penguatan kulit ceker yang tadinya lunak. Ini kemungkinan disebabkan karena sifat etanol yang merestrukturisasi bentuk yang lunak menjadi lebih keras. Hal tersebut pernah dibuktikan oleh Miwada dan Simpen (2005). Disebutkan bahwa sifat etanol jika dipakai sebagai perendam kulit ceker sebelum dilakukan curing asam maupun basa akan berdampak pada semakin kerasnya kulit ceker dan terjadi kegagalan hidrolisis protein kolagen menjadi gelatin. Menurut Standar Nasional Indonesi bahwa kadar abu gelatin yang maksimum yakni 3,25%. Sedangkan nilai kadar abu pada gelatin asam maupun basa pada Tabel 6 lebih rendah dari kisaran SNI. Hasil pengujian dari aspek mikrobiologi tidak ditemukan keberadaan bakteri E. Coli maupun Coliform, seperti yang ditemukan pada penelitian tahap pertama (Tabel 3 dan 4).

BAB IV GELATIN DARI KULIT KAKI TERNAK

Anonim (2005a) menyebutkan bahwa gelatin adalah merupakan campuran heterogen dari polipeptida yang mengandung 300–4000 komponen asam amino. Lebih lanjut disebutkan

produk gelatin ada 2 tipe yakni tipe A (gelatin yang diekstrak dari kulit babi atau tulang dengan perlakuan asam) dan tipe B (gelatin dari kulit sapi atau tulang yang diekstrak dengan perlakuan basa). Selanjutnya Rose dalam bukunya Pearson dan Dutson (1992) menyebutkan bahwa gelatin adalah suatu substansi protein dapat larut dalam air yang diperoleh dari denaturasi atau hidrolisis protein kolagen (protein fibrus). Apriantono (2003) juga menyebutkan bahwa gelatin dapat dibuat dari bahan yang kaya akan kolagen seperti kulit dan tulang baik dari babi maupun sapi. Lebih lanjut disebutkan tentang manfaat gelatin sangat fleksibel, yaitu bisa berfungsi sebagai bahan pengisi (dalam pembuatan kapsul obat), pengemulsi, pengikat, pengendap, pemer kaya gizi, dan dapat membentuk lapisan tipis elastis serta dapat membentuk lapisan film yang transparan, kuat, dan daya cernanya tinggi. Gelatin menurut cara pembuatannya terdiri dari gelatin tipe A dan tipe B (Tabel 7). Gelatin tipe A umumnya terbuat dari kulit hewan muda (terutama babi) sehingga proses pelunakannya dapat dilakukan dengan cepat yaitu dengan sistim perendaman dalam larutan asam ($A=acid$). Sedangkan, gelatin tipe B adalah gelatin yang diolah dari bahan baku yang keras seperti dari hewan tua dan tulang sehingga proses perendamannya lebih lama dan larutan yang digunakan adalah larutan basa ($B=base$).

Tabel 7. Ringkasan karakteristik gelatin tipe A dan B

Karakteristik gelatin	Tipe Gelatin	
	Tipe A	Tipe B
Bahan mentah	Kulit babi	Tulang
Proses curing	Asam	Basa
Kekuatan Gel (gram bloom)	260-280	220-240
Viskositas	130-20	170-30
Ph	5,2-0,4	6,1-0,4
Maksimum total bakteri/g	1000	1000
Bakteri Coliform/g	Negatif	Negatif
Bakteri E. Coli/10g	Negatif	Negatif
Kadar protein (%)	94-96	94-96
Kadar abu (%)	1-2	1-2
Kadar air (%)	1-4	1-4

Sumber : Pearson dan Dutson, 1992

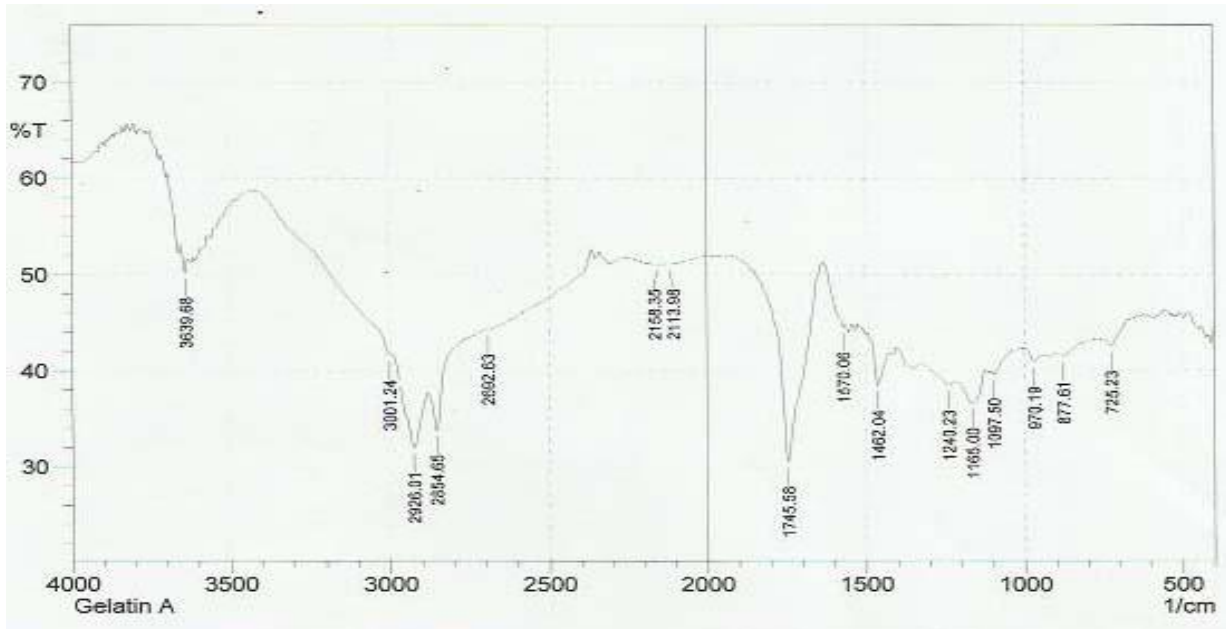
Kulit ceker ayam, kulit kaki kambing dan kulit kaki sapi yang telah disiapkan dengan metode pengulitan konvensional, selanjutnya diberi perlakuan curing dengan asam asetat dengan perbandingan (1:8). Curing dilakukan selama 3 hari, dilanjutkan dengan minimalisasi kandungan lemak dengan menggunakan larutan etanol 65% (rasio gelatin : etanol yakni 1 : 2) dengan perendaman dalam 1 jam. Hasil minimalisasi lemak tersebut dicairkan dengan penambahan aquades (rasio 1 : 1) dan dicairkan dalam water bath dengan suhu 61°C – 65°C.

Tabel 8. Berat Kulit dan Volume Gelatin yang Dihasilkan

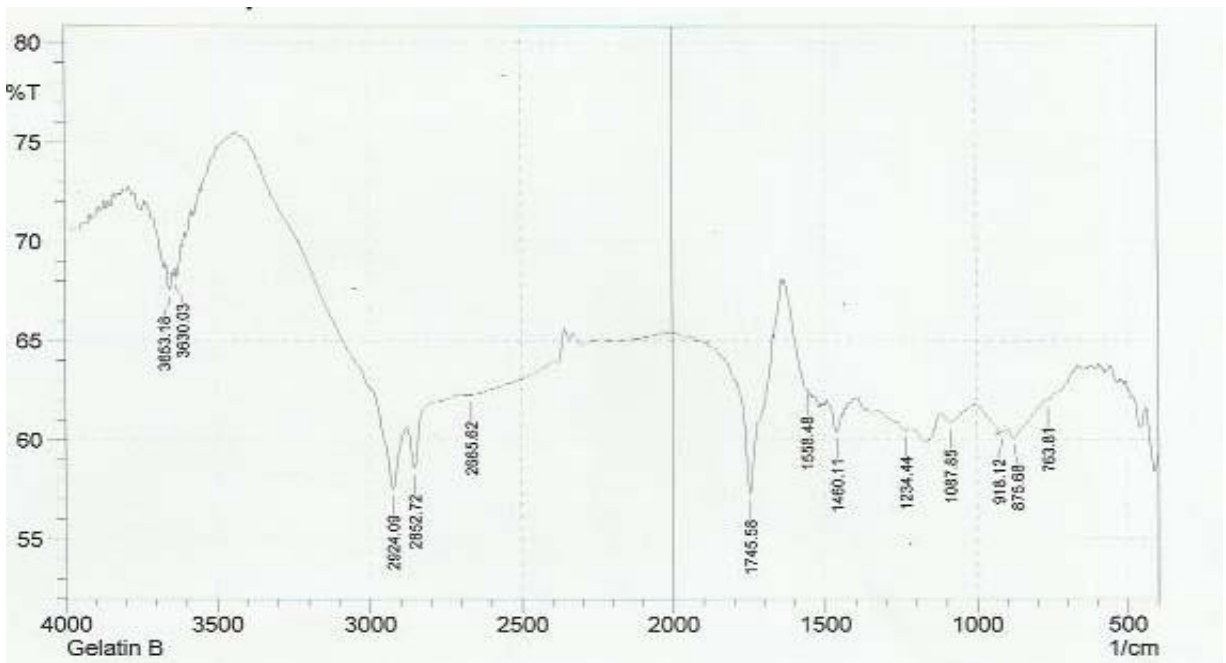
Jenis Kulit	Berat (gr)	Volume asam asetat (L)	Berat Pasca Curing (gr)	Volume Gelatin (mL)
Kaki ayam broiler	1000	8	3650	5850
Kaki sapi	1000	8	2000	2066
Kaki kambing	1000	8	1900	1875

Hasil penelitian tahap pertama ini (Tabel 8), terjadi peningkatan volume pada masing-masing sampel akibat mengembangnya protein kolagen pada kulit oleh perlakuan asam asetat. Berat pasca curing tertinggi diperoleh pada perlakuan curing kaki ayam, diikuti kaki sapi dan terendah kaki kambing. Demikian pula pada volume gelatin yang dihasilkan, volume gelatin kaki ayam paling tinggi, diikuti kaki sapi dan kaki kambing. Volume gelatin yang diperoleh dari masing-masing perlakuan tersebut dilakukan pengujian kualitas. Tahap pertama dilakukan penentuan gugus fungsi gelatinnya dengan pendekatan FTIR.

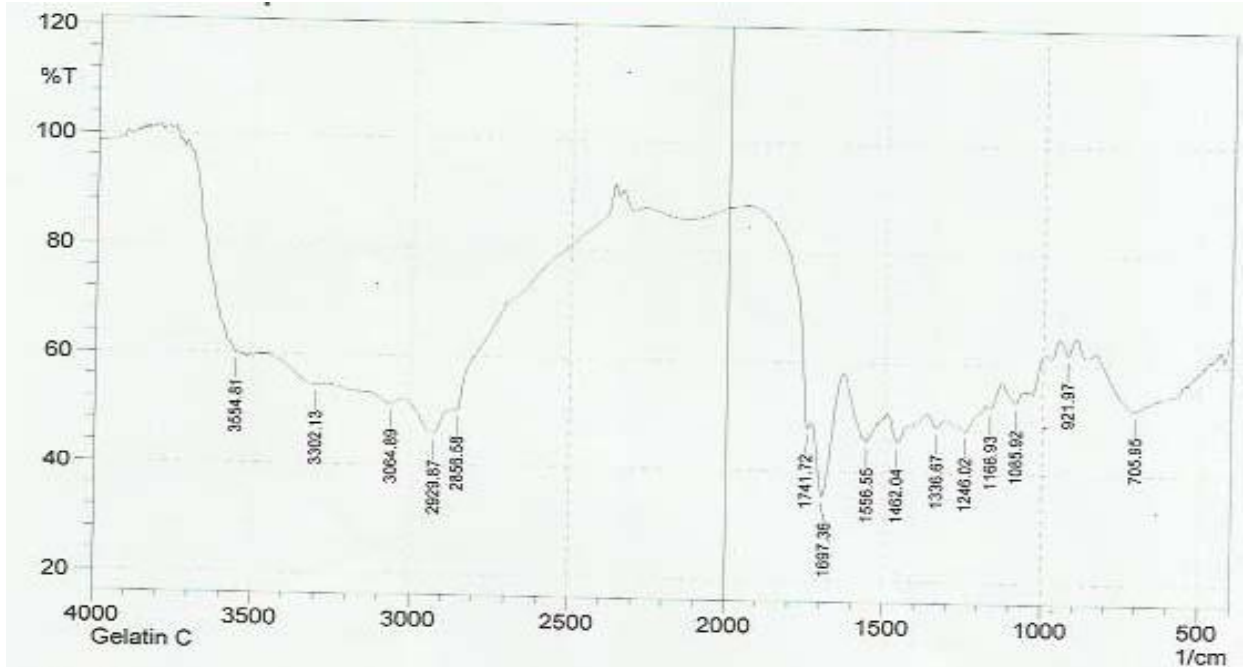
1. Hasil FTIR Gelatin dari Ekstrak Kulit Kaki Ayam



2. Hasil FTIR Gelatin dari Ekstrak Kulit Kaki Sapi



3. Hasil FTIR Gelatin dari Ekstrak Kulit Kaki Kambing



Hasil spectra FTIR seperti pada gambar diatas menunjukkan bahwa gugus-gugus fungsi dari gelatin yang meliputi O-H, C-H, C=O, N-H dan C-H aromatis teridentifikasi pada ketiga produk gelatin diatas. Hal ini menjadi bukti bahwa produk yang dihasilkan pada penelitian ini betul-betul gelatin. Hal itu sesuai dengan pendapat Puspawati *et al.* (2011) yang menyebutkan bahwa gelatin seperti halnya protein pada umumnya strukturnya tersusun dari carbon, hidrogen, gugus hidroksil, gugus carbonil dan gugus amina. Selanjutnya pengujian dilakukan meliputi uji fisik dan kimia. Rata-rata hasil pengujian secara lengkap disajikan pada tabel 9 berikut.

Secara deskriptif, hasil pengamatan pada Tabel 9, menunjukkan bahwa gelatin dari bahan baku kulit kaki sapi tertinggi kadungan proteinnya, diikuti oleh gelatin dari kaki kambing dan kulit kaki ayam. Sementara secara fisik, khususnya dari variabel viskositas ternyata gelatin dari kulit kaki kambing yang tertinggi, diikuti gelatin dari kulit kaki sapi dan ayam. Hasil kajian penelitian ini sesuai dengan pendapat Sarkar (1995) yang menyebutkan bahwa gelatin sebagai produk hasil hidrolisis protein kolagen kulit ditentukan oleh kandungan protein kolagen pada kulit segarnya. Lebih lanjut disebutkan bahwa kandungan kolagen pada kulit sapi dewasa cukup tinggi (87,2% bk). Namun dari hasil penelitian ini diduga tidak selalu positif dengan semakin tingginya kandungan protein kolagen kulit dengan tingkat viskositas gelatin yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian pada Tabel 8, tingginya

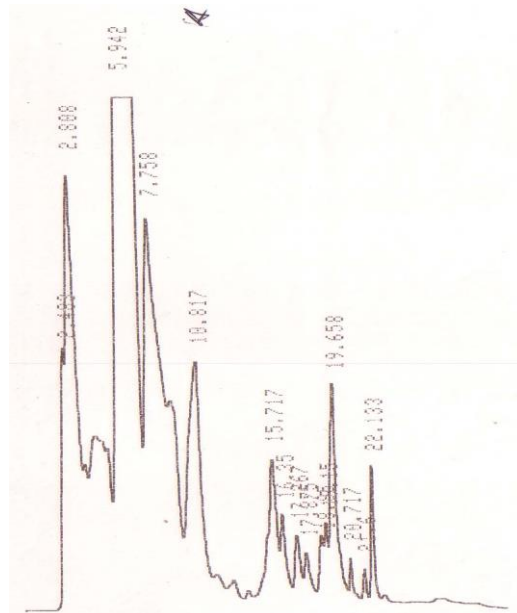
kandungan protein pada gelatin dari kks tidak diikuti dengan viskositas yang tinggi, malah justru viskositas gelatin dari kkk yang paling tinggi.

Tabel 9. Karakteristik Kimia Fisik Gelatin Kulit Kaki Ayam, Kulit Kaki Sapi dan Kulit Kaki Kambing

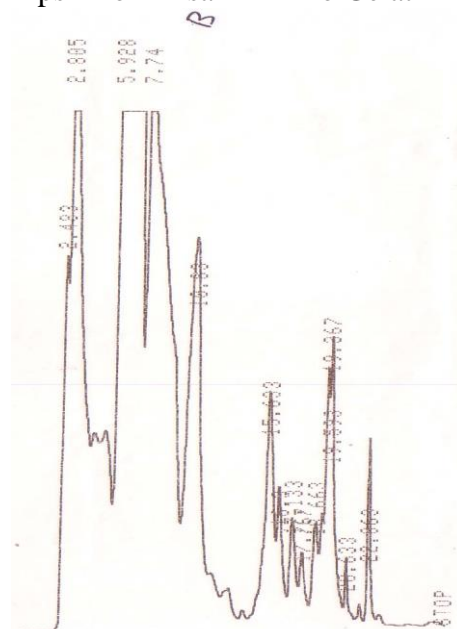
Variabel	Perlakuan		
	Kulit kaki ayam (kka)	Kulit kaki sapi (kks)	Kulit kaki kambing (kkk)
Nilai pH	4,82 ± 0,06 ^a	4,74 ± 0,09 ^{ab}	4,61 ± 0,11 ^b
Kadar air (%)	7,42% ± 0,28 ^a	6,42% ± 0,13 ^b	6,35% ± 0,00 ^b
Kadar protein (%)	79,43 ± 0,46 ^a	85,17 ± 0,21 ^b	80,38 ± 0,70 ^a
Kadar lemak (%)	9,75 ± 0,10 ^a	7,34 ± 0,09 ^b	8,24 ± 0,31 ^c
Kadar abu (%)	0,51 ± 0,03 ^a	0,50 ± 0,00 ^a	0,54 ± 0,01 ^b
Viskositas (poise)	4,93 ± 0,10 ^a	5,27 ± 0,18 ^b	5,70 ± 0,13 ^c

Keterangan : Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (P<0,05) berdasarkan uji Duncan

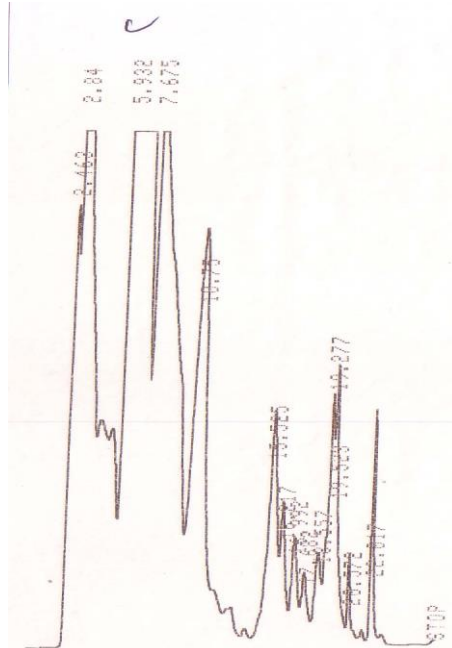
Penentuan profil asam amino pada gelatin dari aneka kulit kaki ternak (kulit kaki ayam/kka; kulit kaki sapi/kks dan kulit kaki kambing/kkk) yang telah diproduksi. Proses produksi gelatin aneka kulit kaki ternak ini dilakukan dengan metode Miwada dan Simpen (2014). Produk gelatin kering yang dihasilkan diuji kandungan asam amino masing-masing dengan metode HPLC. Deskripsi dari asam amino pada masing-masing gelatin kulit kaki ternak disajikan pada gambar berikut.



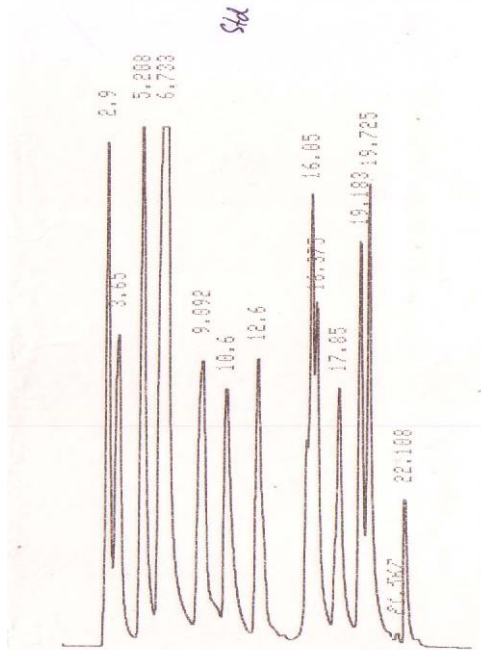
Gambar 1. Deskripsi Profil Asam Amino Gelatin Kulit Kaki Ayam



Gambar 2. Deskripsi Profil Asam Amino Gelatin Kulit Kaki Sapi



Gambar 3. Deskripsi Profil Asam Amino Gelatin Kulit Kaki Kambing



Gambar 4. Deskripsi Standar Profil Asam Amino Secara kuantitatif, gambaran komponen asam amino pada gelatin dari aneka kulit kaki ternak dapat disajikan pada tabel 10 berikut.

Tabel 10. Profil Asam Amino Gelatin dari Aneka Kulit Kaki Ternak

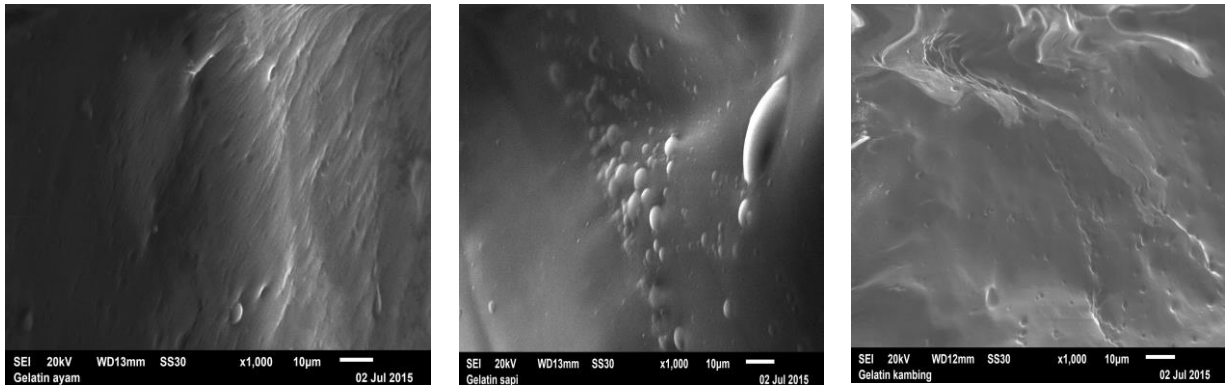
No	Asam Amino	Konsentrasi (%)			Referensi
		Gelatin Kulit Kaki Ayam	Gelatin Kulit Kaki Sapi	Gelatin Kulit Kaki Kambing	

1	Aspartic Acid	3,018	3,038	3,668	2,900
2	Glutamic	10,169	10,796	11,782	4,800
3	Serine	9,470	9,604	9,903	3,500
4	Histidine	11,185	11,553	11,775	0,400
5	Glycine	2,754	3,019	3,205	33,000
6	Threonine	6,353	6,777	6,947	1,800
7	Arginine	6,094	6,508	6,815	4,900
8	Alanine	1,387	1,359	1,450	11,200
9	Tyrosine	1,486	1,682	1,801	0,260
10	Methionine	1,205	1,471	1,545	0,360
11	Valine	1,553	1,498	1,492	2,600
12	Phenylalanine	1,111	1,111	1,165	1,400
13	Isoleusine	3,114	3,156	2,871	1,00
14	Leucine	12,554	11,472	12,351	-
15	Lysine	7,516	7,336	7,117	2,700

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa baik pada gelatin kka; kks dan kkk didominasi oleh asam amino esensial jenis histidin dan arginin. Sementara jenis asam amino non esensial didominasi oleh glutamat dan serin. Pearson dan Dutson (1992) menyebutkan bahwa pada saat proses curing telah terjadi perubahan akibat terdenaturasinya protein kolagen kulit dan beberapa asam amino tertentu berubah secara kimia. Namun demikian, hal menarik yang ditemukan pada penelitian ini (Tabel 10) bahwa asam amino esensial dan non esensial terdeteksi dominannya sama baik pada gelatin kka; kks dan kkk. Jika dibandingkan dengan referensi (Cshrieber dan Gareis, 2007) terdeteksi lebih tinggi.

Analisis morfologi permukaan gelatin hasil ekstraksi dengan asam asetat (konsentrasi 1,5%) selama 3 hari dikaji melalui pendekatan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Hasil analisis secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan hasil uji SEM terlihat bahwa permukaan struktur molekul gelatin dari ekstraksi kulit kaki ayam lebih halus dan rata. Sementara pada hasil ekstraksi kulit kaki sapi masih banyak terdeteksi bundelan ikatan protein kolagen yang tidak terekstrak sempurna. Ekstraksi protein kolagen kulit kaki kambing pada gambar 1, cenderung lebih padat lagi, dan bahan curing asam asetat konsentrasi 1,5% selama 3 hari belum mampu memaksimalkan jumlah gelatin dari kulit kaki kambing untuk terekstrak sempurna. Hasil analisis permukaan gelatin pada kulit kaki ternak ini dengan pendekatan SEM dikuatkan lagi dengan temuan yang dilaporkan oleh Miwada dan Simpen (2014) bahwa ekstraksi kulit kaki ternak dengan metode curing asam asetat (1,5%) selama 3 hari menghasilkan volume gelatin yang terekstrak dari protein kolagen tertinggi pada kulit kaki

ayam diikuti kulit kaki sapi dan kulit kaki kambing. Pada gambar 2, secara makroskopis kondisi kulit kaki ternak ketiganya sesuai dengan hasil kajian SEM pada gambar 1. Kulit kaki ayam broiler lebih terurai sempurna selama curing dengan asam asetat (3 hari) dan diikuti pada curing kulit kaki sapi dan pada curing kulit kaki kambing cenderung lebih keras.



Gambar 1. Penampang Gelatin dari Kulit Kaki Ayam Broiler, Kulit Kaki Sapi dan Kulit Kaki Kambing dengan Perbesaran 1000 x



Curing kulit kaki ayam

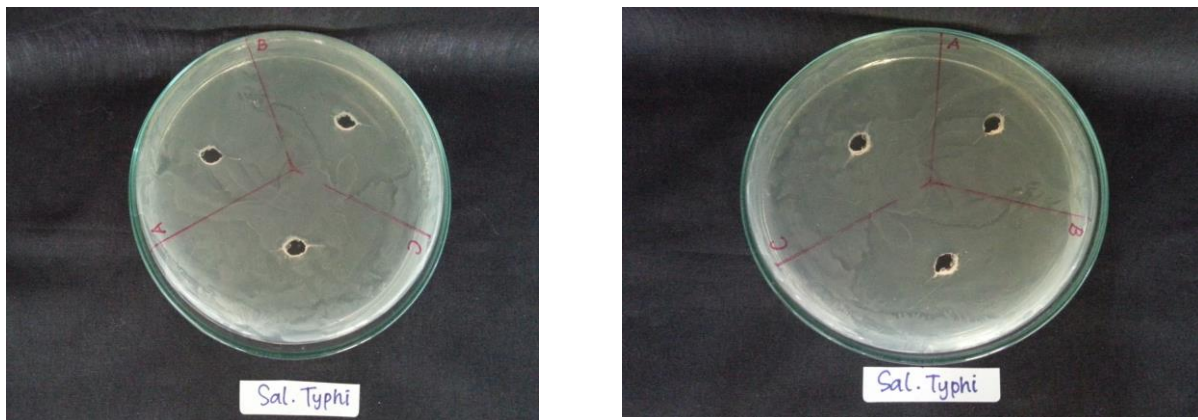
Curing kulit kaki sapi

Curing kulit kaki kambing

Gambar 2. Karakteristik Kelarutan Kulit selama Curing Asam Asetat (1,5%) selama 3 Hari

Potensi gelatin dari aneka kulit kaki ternak ini dilakukan pengujian terhadap potensi anti bakterinya dengan metode sumur, dimana akan diketahui zona bening pada media yang telah ditambahi gelatin dari kulit kaki ayam broiler (kka), gelatin dari kulit kaki sapi (kks) dn gelatin dari kulit kaki kambing (kkk). Hasil penelitian menunjukkan bahwa gelatin dari kulit kaki ayam (kka), kulit kaki sapi (kks) dan kulit kaki kambing (kkk). Hasil pengujian bahwa gelatin dari ekstrasi protein kolagen kulit kaki ternak tidak ditemukan kemampuan sebagai antibakteri patogen baik terhadap jenis *Salmonella typhii*, *Escherichia coli*, dan

staphylococcus aureus. Hal ini terbukti pada gambar 3, tidak ditemukan adanya zona hambat atau zona bening yang biasanya sebagai sebuah indikator. Hal itu, dibuktikan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Miwada dan Simpen (2014) bahwa kandungan bakteri dan total coliform bakso masih tinggi selama penyimpanan bakso yang mendapat perlakuan pengemasan alami (edible coating) dari jenis gelatin ini, dan sebagai indikasi tidak adanya potensi untuk menghambat pertumbuhan bakteri.



Pengamatan Hari 1

Pengamatan hari 2

Gambar 3. Hasil Pengamatan Kemampuan Gelatin dari Kulit Kaki Ternak dalam Membentuk Zona Hambat Bakteri

BAB V

PRODUKSI EDIBLE BERBASIS GELATIN DARI KULIT KAKI TERNAK

Edible packaging adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk melapisi makanan (*coating*) atau diletakan diantara komponen makanan (*film*) sehingga kita kenal dengan istilah *edible coating* dan *edible film*. *Edible* ini berfungsi sebagai penghalangan terhadap perpindahan massa (kelembaban, oksigen, cahaya, lipid dan zat terlarut) atau sebagai pembawa aditif serta untuk meningkatkan penanganan suatu produk pangan (Krochta dan Johnson, 1997), melindungi makanan dan dari invasi uap air dan oksigen (Liu dan Han, 2005), mencegah kehilangan air dalam makanan (Krochta *et al.*, 1994) serta bersifat ramah lingkungan (Kim dan Ustunol, 2001); (Simelane dan Ustunol, 2005). *Edible film* dapat dibuat dari bahan protein, polisakarida atau lemak (*wax*) maupun penggabungan dari bahan-bahan tersebut (Caner *et al.*, 1998). Selama ini bahan baku *edible film* yang banyak digunakan adalah dari golongan pati, sedangkan golongan protein dari

ternak khususnya kulit ternak masih jarang digunakan. Salah satu bahan baku *edible film* dari golongan protein asal ternak yang memiliki sifat-sifat yang baik dan berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku adalah gelatin (Klahorst, 1999).

Untuk meningkatkan kemampuan gelatin sebagai bahan baku *edible coating* perlunya ditambahkan material lain sebagai aditif sehingga memenuhi criteria sebagai *edible coating*. Gliserol adalah material yang sering ditambahkan sebagai aditif pada pembuatan *edible coating* yang fungsinya sebagai pemlastis untuk menghasilkan lapisan tipis yang lebih fleksibel. *Plasticizer* ini berperan dalam memperbaiki sifat-sifat *edible film* dengan cara menginterupsi interaksi antar rantai polimer (Brody, 2005), menghalangi terjadinya interaksi antara molekul dan meningkatkan jumlah molekul yang bebas (Mali *et al.*, 2004) serta melemahkan kekuatan ikatan intermolekuler pada rantai polimer yang ada disebaliknya (Gouna *et al.*, 2007).

Pada kegiatan penelitian ini akan mengkaji karakteristik dari *edible film* berbasis gelatin dari kulit kaki ternak dan diuji fungsinya sebagai pelapis (*coating*) produk bakso. Bakso sebagai produk olahan hasil ternak dimana daging mengalami proses penggilingan dan dilanjutkan dengan pencetakan dalam bentuk bulat. Selama ini, daya tahan produk bakso sangat terbatas dan oleh karena itu, pada kegiatan penelitian ini akan dikembangkan pengemas bakso yang sekaligus dapat dimakan. penggunaan *edible coating* pada produk bakso diharapkan menjadi solusi untuk memperpanjang masa simpan bakso. Hal ini disebabkan karena sifat dari *edible coating* dapat melindungi makanan dari invasi uap air dan oksigen (Liu dan Han, 2005). Apalagi dalam kegiatan penelitian di tahun kedua, kemampuan *edible coating* pada produk bakso ditingkatkan kemampuannya sebagai anti bakteri dengan mengkombinasikannya dengan bahan anti bakteri dari jenis rempah-rempah seperti ekstrak minyak cengkeh, ekstrak daun sirih dan asam askorbat. Minyak cengkeh memiliki aktivitas biologi, antara lain sifat antibakteri, antijamur, pemberantas serangga, antioksidan, dan secara tradisional digunakan sebagai agen flavor dan bahan antibakteri dalam pangan (Huang *et al.*, 2002; Lee and Shibamoto, 2001). Sementara ekstrak daun sirih seperti yang dilaporkan oleh Sugiastuti (2002) memiliki kemampuan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* dan *Pseudomonas fluorescens*.

Karakteristik gelatin hasil hidrolisis protein kolagen dari masing-masing jenis kulit kaki ayam broiler, kulit kaki sapi dan kulit kaki kambing selanjutnya dijadikan bahan baku

dalam pembuatan *edible film*. *Edible film* berbasis gelatin yang sebelumnya diinteraksikan dengan gliserol. *Edible film* dibuat dengan rancang penggunaan gelatin dengan variasi yang berbeda dan gliserol dengan kuantitas tetap (Tabel 11). Rasio gelatin : gliserol yang dirancang meliputi (1:0); (5:1); (10:1); (15:1) dan (20:1). Dilanjutkan proses pemanasan dalam *water bath* pada suhu 60-70°C selama 15 menit sambil diaduk merata. Pengujian sampel *edible film* dalam kondisi cair karena dalam aplikasinya di tahap ke tiga sebagai pengemas bakso dilakukan dalam kondisi cair dengan cara pencelupan bakso pada *edible film* dan disebut sebagai *edible coating*.

Tabel 11. Jumlah (gr) Penggunaan Gelatin sebagai bahan Baku Edible Film (Rasio Gelatin : Gliserol) Berbeda

Perbandingan	Gelatin Ayam (gr)	Gelatin Sapi (gr)	Gelatin Kambing (gr)	Gliserol (mL)	Aquades (mL)
1 : 0	1,0473	1,04351	1,0391	0	100
5 : 1	5,0093	5,0178	5,0083	1	100
10 : 1	10,0271	10,0081	10,0073	1	100
15 : 1	15,0417	15,0322	15,0418	1	100
20 : 1	20,0081	20,0518	20,0511	1	100

Tabel 11 menunjukkan bahwa dalam pembuatan edible film ini penekanannya pada penggunaan gelatin sebagai bahan dasar utamanya dengan penggunaan gliserol sebagai fungsi pelemas edible dengan posisi yang sama pada seluruh kombinasi perlakuan (gelatin dan gliserol). Formula *edibel coating* yang dihasilkan dari seluruh kombinasi perlakuan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 12. Viskositas (poise) Edible Film Berbasis Gelatin dari Aneka Kulit Kaki Ternak

Jenis Bahan Baku Edible	Rasio Gelatin dan Gliserol					Rataan
	1 : 0	5 : 1	10 : 1	15 : 1	20 : 1	
Gelatin kka	2,00	2,30	3,77	3,18	2,08	2,67 ±0,72 ^a
Gelatin kks	1,89	2,03	2,87	2,43	2,31	2,31± 0,38 ^b
Gelatin kkk	2,01	2,04	2,71	2,69	2,59	2,41 ±0,33 ^c
Rataan	1,97±0,10 ^a	2,12±0,14 ^b	3,12±0,50 ^c	2,77±0,36 ^d	2,3 ±0,26 ^e	

Berdasarkan hasil analisis statistik (Tabel 12) menunjukkan bahwa viskositas edible film berbasis gelatin kulit kaki ayam (kka) tertinggi, diikuti gelatin kkk dan gelatin kks. Gelatin kka menghasilkan nilai viskositas tertinggi, diduga karena kka memiliki kemampuan terekstrak lebih cepat dibandingkan kks dan kkk sehingga memberikan ruang yang cukup kuat untuk berikatan dengan gliserol dan akhirnya menghasilkan edible yang berviskositas lebih tinggi. Sementara, peningkatan jumlah bahan baku gelatin dalam pembuatan edible menghasilkan viskositas tertinggi pada rasio 10 : 1. Ini berarti bahwa pada 10 gr gelatin dan 1 ml gliserol memberikan hasil tertinggi. Penambahan gliserol berfungsi sebagai pelemas edible dengan cara menginterupsi interaksi antar rantai polimer (Brody, 2005), menghalangi terjadinya interaksi antara molekul dan meningkatkan jumlah molekul yang bebas (Mali *et al.*, 2004) serta melemahkan kekuatan ikatan intermolekuler pada rantai polimer yang ada disebaliknya (Gounga *et al.*, 2007). Hal itu terbukti dari rendahnya viskositas edible pada perlakuan tanpa penambahan gliserol. Viskositas adalah daya aliran molekul dalam suatu larutan baik dalam air, cairan organik sederhana dan suspensi encer. viskositas gelatin merupakan interaksi hidrodinamik antara molekul-molekul gelatin dalam larutan. System koloid dalam larutan dapat meningkat dengan cara mengentalkan cairan sehingga terjadi absorpsi dan pengembangan koloid.

Tabel 13. Protein (%) Edible Film Berbasis Gelatin dari Aneka Kulit Kaki Ternak

Jenis Bahan Baku Edible	Rasio Gelatin dan Gliserol					Rataan
	1 : 0	5 : 1	10 : 1	15 : 1	20 : 1	
Gelatin kka	0,28	0,24	0,27	0,27	0,28	0,27 ±0,02 ^a
Gelatin kks	0,29	0,28	0,27	0,29	0,25	0,28± 0,02 ^a
Gelatin kkk	0,34	0,32	0,30	0,35	0,48	0,36 ±0,07 ^b
Rataan	0,30±0,04 ^a	0,28±0,04 ^b	0,28±0,02 ^b	0,30±0,04 ^a	0,34±0,11 ^c	

Hasil penelitian pada Tabel 13 menunjukkan bahwa tingginya kandungan protein pada gelatin dari berbagai bahan baku kulit kaki ternak tidak selalu diikuti dengan tingkat viskositas yang tinggi. Sementara viskositas yang berkorelasi dengan tingkat kelembutan *edible* merupakan indikator yang baik dalam upaya produksi *biopackaging* pada

produk pangan, seperti pada upaya pengemasan produk bakso. Hasil penelitian pada tahap kedua ini menghasilkan rekomendasi pembuatan *edible coating* berbasis gelatin dengan formula gelatin dan gliserol yakni 10 gr gelatin dan 1 mL gliserol dalam 100 mL aquades.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gelatin dari kulit kaki ayam (kka), kulit kaki sapi (kks) dan kulit kaki kambing (kkk) tidak memiliki kemampuan sebagai antibakteri patogen jenis *Salmonella typhii*, *Escherichia coli*, dan *staphylococcus aureus*. Hal itu, dibuktikan juga pada hasil penelitian tahun pertama (Miwada dan Simpen, 2014) bahwa kandungan bakteri dan total coliform bakso masih tinggi selama penyimpanan bakso yang mendapat perlakuan pengemasan alami (*edible coating*).

Tahap kedua penelitian ini yakni penambahan bahan antibakteri pada *edible* dari kulit kaki ternak. Hasil kajian penentuan terbaik dilakukan dengan pendekatan nilai pH *edible* yang dihasilkan. Bahan antibakteri yang ditambahkan yakni ekstrak cengkeh, ekstrak daun sirih dan asam askorbat dengan rasio 1:10. Rasio penambahan gelatin dan bahan antibakteri yakni (1:1); (1:2); (1:3); (2:1) dan (3:1).

Tabel 14. Nilai pH Edible Berbasis Kulit Kaki Ternak dan Bahan Antibakteri dari Ekstrak Cengkeh, Daun Sirih dan Asam Askorbat

Rasio Bahan Antibakteri	Gelatin Kulit Kaki Ayam			Gelatin Kulit Kaki Sapi			Gelatin Kulit Kaki Kambing		
	Cengkeh	Daun Sirih	Asam Askorbat	Cengkeh	Daun Sirih	Asam Askorbat	Cengkeh	Daun Sirih	Asam Askorbat
1 : 1	4,79	5,18	2,64	3,65	4,57	2,87	3,25	4,18	2,34
1 : 2	4,86	5,13	2,71	3,68	4,52	2,97	3,68	4,26	2,54
1 : 3	4,94	5,25	2,77	3,71	4,76	3,71	3,78	4,72	2,78
2 : 1	4,89	5,25	2,57	3,69	4,58	2,62	3,76	4,56	2,78
3 : 1	4,87	5,23	2,56	3,67	4,79	2,87	3,70	4,67	2,87

Tahap uji selanjutnya yakni penentuan aktivitas antibakteri dari *edible* tersebut terhadap kemampuannya dalam menghambat bakteri patogen jenis *Salmonella typhii*, *Escherichia coli*, dan *staphylococcus aureus*. Ketiga jenis bakteri ini adalah termasuk bakteri indikator yang akan menjadi indikator secara mikrobiologis. Daya hambat suatu zat tertentu terhadap bakteri ditentukan oleh diameter zona bening yang terbentuk. Semakin besar diameternya, maka semakin terhambat pertumbuhannya (Sugiastuti, 2002). Lebih lanjut

disebutkan bahwa apabila suatu tanaman memiliki zat aktif yang dapat digunakan sebagai antibakteri, maka zat tersebut dapat menghambat pertumbuhan bakteri ditandai dengan membentuk zona bening.

Tabel 15. Pertumbuhan Diameter (mm) Koloni *Salmonella typhii* pada Edible Coating

Jenis Gelatin	Ekstrak Cengkeh			Ekstrak Sirih			Asam Askorbat		
	Pertumbuhan hari ke-			Pertumbuhan hari ke-			Pertumbuhan hari ke-		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Kulit Kaki Ayam	1,00	0,25	0,20	0,63	0,35	0,20	0,79	0,20	0,10
Kulit Kaki Sapi	1,05	0,52	0,1	0,4	0	0	1,25	0	0
Kulit Kaki Kambing	1,40	0,50	0,10	0,25	0,05	0,05	0,40	0,05	0,05

Hasil penelitian pada Tabel 15 menunjukkan bahwa daya hambat produk edible yang diproduksi terhadap bakteri *Salmonella typhii* tertinggi pada penggunaan ekstrak cengkeh dibandingkan dengan penggunaan ekstrak daun sirih maupun asam askorbat. Namun demikian, pada penghitungan zona hambat ini kemampuan produk edible yang telah diberi tambahan antibakteri cukup lemah dalam menghambat pertumbuhan bakteri ini. Pada pengamatan pertumbuhan hari ke-1 kemampuannya dalam menghambat tertinggi namun kemampuan tersebut cenderung menurun seiring dengan peningkatan waktu pengamatan pertumbuhan. Ekstrak gelatin dari kulit kaki kambing memberikan hasil penghambatan tertinggi. Hal ini diduga terkait dengan tidak sempurnanya proses ekstraksi, seperti pada gambar 5-6. Sementara ditinjau dari bahan antibakterinya bahwa ekstrak cengkeh mengandung komponen aktif eugenol yang dapat membunuh bakteri dan komponen eugenol ini termasuk komponen fenol yang memiliki sifat antibakteri (Kumala dan Indriani, 2008). Komponen bahan aktif pada ekstrak cengkeh ini paling tinggi dibandingkan dengan daun sirih dan asam askorbat.

Tabel 16. Pertumbuhan Diameter (mm) Koloni *Escherichia coli* pada Edible Coating

Jenis Gelatin	Ekstrak Cengkeh			Ekstrak Sirih			Asam Askorbat		
	Pertumbuhan hari ke-			Pertumbuhan hari ke-			Pertumbuhan hari ke-		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Kulit Kaki Ayam	0,25	0	0	0,80	0,20	0,20	0,60	0,05	0,05
Kulit Kaki Sapi	2,15	0,05	0,10	0,45	0,34	0,10	0,70	0,35	0,20
Kulit Kaki Kambing	1,75	0,96	0,05	1	0,10	0,05	2,45	1,20	0

Kemampuan produk edible yang diberi tambahan ekstrak cengkeh, daun sirih dan asam askorbat menghasilkan kemampuan penghambatan yang lemah. Ekstrak gelatin dari kulit kaki ayam yang digunakan sebagai bahan baku edible cenderung paling lemah kemampuan penghambatannya dan kulit kaki kambing tetap paling tinggi. Hal yang sama juga terjadi pada pengamatan ini bahwa diameter koloni *Eschericia coli* semakin menurun seiring peningkatan masa pertumbuhan. Lemahnya kemampuan penghambatan ini diduga terjadi akibat interaksi ekstrak gelatin dengan bahan penghambat itu sendiri (baik dari ekstrak cengkeh, daun sirih maupun asam askorbat). Hasil ekstraksi gelatin dari kulit kaki ayam broiler tertinggi, diikuti kulit kaki sapi dan terendah kulit kaki kambing (Miwada dan Simpen, 2014) sehingga memberikan daya hambat yang berbeda.

Tabel 17. Pertumbuhan Diameter (mm) Koloni *Staphylococcus aureus* pada Edible Coating

Jenis Gelatin	Ekstrak Cengkeh			Ekstrak Sirih			Asam Askorbat		
	Pertumbuhan hari ke-			Pertumbuhan hari ke-			Pertumbuhan hari ke-		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Kulit Kaki Ayam	0,49	0,25	0,20	0,23	0,10	0,10	0,23	0,10	0,10
Kulit Kaki Sapi	0	0,05	0,05	1,15	0,05	0,05	0,75	0,05	0,05
Kulit Kaki Kambing	0,50	0,25	0,10	1,25	0,72	0,05	1,05	0,30	0

Hasil pengamatan pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada tabel 17 menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak daun sirih dalam fungsi sebagai antibakteri pada edible memberi hasil tertinggi dibandingkan pada cengkeh maupun asam askorbat. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Suliantari *et al.* (2012) bahwa daun sirih memiliki kemampuan penghambatan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* karena adanya komponen aktif seperti senyawa-

senyawa kavikol; asam dodekanoat; miristat; palmitat dan oleat. Senyawa inilah yang diduga dominan memberikan penghambatan yang tinggi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dibandingkan dengan ekstrak cengkeh maupun pada asam askorbat. Sementara jenis gelatin dari ekstrak kulit kaki kambing menunjukkan respon yang lebih tinggi dalam fungsi interaksinya dengan bahan antibakteri untuk menjadi edible dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.

Selanjutnya formula ini diaplikasikan pada produk bakso sebagai bahan pengemas alami dengan metode *coating* (pencelupan). *Edible coating* dari ketiga perlakuan (*edible* dari gelatin kka, *edible* dari gelatin kks dan *edible* dari gelatin kkk) diaplikasikan pada produk bakso.

BAB VI APLIKASI EDIBLE PADA PRODUK BAKSO

Formula gelatin dan gliserol yang dihasilkan pada rasio 10 : 1 dalam 100 mL aquades tanpa penambahan bahan antibakteri, diaplikasikan pada bakso sapi. Hasil kajiannya disajikan pada beberapa tabel berikut. Karakteristik edible dari kka, kks dan kkk digunakan melalui metode *coating* pada bakso dan dievaluasi pada waktu 0; 3; 6; 9; dan 12 jam. Hasil aplikasi edible film berbasis gelatin pada bakso disajikan pada tabel berikut.

Tabel 18. Kandungan Air (%) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis *Edible* Berbeda

Jenis Edible	Waktu Simpan (Jam)					Rataan
	0	3	6	9	12	
Edible kka	74,76	73,81	73,78	73,21	73,21	73,75 ±0,63
Edible kks	75,48	73,66	73,52	73,55	72,09	73,66± 1,21
Edible kkk	73,94	74,03	72,96	73,75	72,03	73,34 ±085
Rataan	74,73±0,77 ^a	73,83±0,19 ^{ab}	73,42±0,42 ^{cb}	73,5±0,27 ^b	72,44±0,67 ^c	

Hasil analisis statistik pada Tabel 18, menunjukkan bahwa jenis bahan baku edible coating dan aplikasinya pada bakso menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal ini membuktikan bahwa karakter protein kolagen pada kulit yang berbeda tidak berdampak

berbeda pada sifat edible dalam melindungi produk bakso. Sementara sifat edible coating dalam melindungi bakso dari proses dehidrasi terbukti mampu dengan positif. Hal itu dibuktikan dengan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dan semakin lama disimpan fungsi edible cukup positif melindungi produk bakso. Hal ini didukung oleh Krochta *et al.*, 1994) yang menyebutkan bahwa edible memiliki fungsi melindungi produk yang dikemas dari perpindahan uap air.

Tabel 19. Nilai pH Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis *Edible* Berbeda

Jenis Edible	Waktu Simpan (Jam)					Rataan
	0	3	6	9	12	
Edible kka	6,35	6,36	6,37	6,13	6,31	6,30 ±0,10 ^a
Edible kks	6,25	6,22	6,24	6,20	6,22	6,23±0,02 ^b
Edible kkk	6,34	6,35	6,33	6,30	6,31	6,33 ±0,02 ^a
Rataan	6,31±0,06	6,31±0,08	6,31±0,07	6,21±0,09	6,28±0,05	

Nilai pH bakso pasca mengalami perlakuan coating oleh edible berbahan baku gelatin kuli kaki ternak menghasilkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Fungsi edible dari bahan gelatin kkk menghasilkan nilai pH bakso tertinggi, diikuti kka dan kks. Secara umum, nilai pH bakso yang dikemas dengan edible film mendekati nilai pH netral selama masa simpan. Hal ini disebabkan karena perlakuan coating bakso dengan edible film cukup nyata mampu mereduksi terjadi perpindahan masa uap air (Krochta *et al.*, 1994) sehingga ikatan antara protein dengan air interaksinya terjaga secara optimal

Tabel 20. Kandungan Protein (%) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis *Edible* Berbeda

Jenis Edible	Waktu Simpan (Jam)					Rataan
	0	3	6	9	12	
Edible kka	7,29	7,80	9,12	8,99	9,12	8,26 ±0,78 ^a
Edible kks	8,70	7,28	7,67	8,55	9,46	8,33±0,87 ^a
Edible kkk	9,39	10,14	9,84	9,15	11,35	9,97 ±0,86 ^b
Rataan	9,98±1,20	8,41±1,52	8,54±1,5	8,90±0,31	8,46±1,07	

Edible berbahan baku gelatin kkk mampu memberikan perlindungan optimal dalam upaya denaturasi bakso selama penyimpanan. Kemampuan tersebut nyata ($P < 0,05$)

dibandingkan dengan edible berbahan kks maupun berbahan kka. Kekuatan pasca ekstraksi protein kolagen kulit kaki kambing (kkk) paling tinggi sehingga berdampak pada kualitasnya yang cukup baik pada sifat edible yang dihasilkan. Namun demikian, fungsi edible belum maksimal selama penyimpanan, terbukti terjadi penurunan kadar protein bakso meski tidak berbeda nyata. Hal ini diduga disebabkan karena produk bakso meski telah dikemas, tetap terjadi autolisis yang berdampak pada turunnya kadungan protein bakso.

Tabel 21. Kandungan Lemak (%) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis *Edible* Berbeda

Jenis Edible	Waktu Simpan (Jam)					Rataan
	0	3	6	9	12	
Edible kka	2,50	2,80	2,53	3,18	3,08	2,82 ± 0,31
Edible kks	2,75	2,85	3,31	2,72	3,03	2,93 ± 0,24
Edible kkk	3,26	3,00	3,08	3,15	2,45	2,99 ± 0,32
Rataan	2,84±0,39	2,88±0,10	2,97±0,40	3,02±0,26	2,85±0,35	

Hasil analisis statistik pada tabel 21, menunjukkan bahwa kandungan lemak produk bakso yang dikemas dengan edibel berbahan gelatin dari kulit kaki ternak tidak berbeda nyata. Pengemasan alami bakso dengan edible coating selama masa penyimpanan juga tidak berbeda nyata. Hal ini berarti bahwa fungsi pengemasan yang diberikan oleh edible film berbahan gelatin dari kulit ternak mampu mencegah kandungan lemak pada bakso untuk tidak terdegradasi. Hal ini didukung oleh Krochta dan Johnson (1997) yang menyebutkan bahwa fungsi utama edible adalah menghalangi perpindahan aroma dan lemak. Pembuktian fungsi edible ini tidak terbantahkan dengan mengamati kandungan lemak bakso selama penyimpanan tidak berbeda nyata.

Tabel 22. Kandungan Abu (%) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis *Edible* Berbeda

Jenis Edible	Waktu Simpan (Jam)					Rataan
	0	3	6	9	12	
Edible kka	1,87	1,83	1,81	1,92	1,88	1,86 ± 0,04 ^a
Edible kks	1,72	1,73	1,72	1,71	1,76	1,73 ± 0,02 ^b
Edible kkk	1,73	1,72	1,68	1,74	1,75	1,72 ± 0,03 ^b
Rataan	1,77±0,08	1,76±0,06	1,74±0,67	1,79±0,11	1,80±0,07	

Abu adalah residu anorganik dari hasil pembakaran bahan-bahan organik (Sudarmadji, 1997). Berdasarkan hasil analisis (Tabel 22) menunjukkan bahwa kadar abu bakso yang dikemas dengan edible film berbeda nyata ($P < 0,05$). Kadar abu tertinggi pada edible kka, diikuti kks dan kkk. Tingginya kadar abu bakso pada edible kka kemungkinan disebabkan karena sifat gelatin dari kka yang lebih mudah tereskraksi selama proses curing asam asetat (Tabel 2) dan berdampak pada ikatan diantara molekul kolagen kulit mudah mengikat bahan organik lainnya sehingga memberikan pengaruh pada kandungan abu bakso. Meskipun dari kajian bahan baku edible berbeda nyata, namun secara umum fungsi pengemasan yang dilakukan oleh edibel ini tidak berdampak nyata selama penyimpanan bakso.

Tabel 23. Total Plate Count (CFU/g) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis Edible Berbeda

Jenis Edible	Waktu Simpan (Jam)					Rataan
	0	3	6	9	12	
Edible kka	$2,5 \times 10^5$	$5,9 \times 10^5$	$2,1 \times 10^4$	$1,6 \times 10^6$	$2,9 \times 10^7$	$6,8 \times 10^5$
Edible kks	$3,1 \times 10^4$	$4,9 \times 10^5$	$1,2 \times 10^6$	$7,7 \times 10^5$	$9,9 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$
Edible kkk	$2,2 \times 10^4$	$5,1 \times 10^5$	$4,7 \times 10^5$	$5,6 \times 10^5$	10×10^6	$4,9 \times 10^5$
Rataan	$5,5 \times 10^4$ ^a	$5,3 \times 10^5$ ^{ab}	$2,3 \times 10^5$ ^a	$8,9 \times 10^5$ ^{ab}	$6,6 \times 10^6$ ^b	

Fungsi edible ini cukup signifikan jika dikaji dari kandungan total bakteri selama penyimpanan (Tabel 23). Penyimpanan bakso hingga 9 jam pada suhu kamar tidak nyata perbedaannya. Ini berarti bahwa edible coating yang berbasis gelatin dari kulit kaki ternak ini cukup efektif sebagai pengemas yang bersifat biodegradable. Meskipun demikian, edible ini masih memiliki kelemahan yakni kandungan total bakteri yang masih cukup tinggi. Dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) disebutkan bahwa kandungan total bakteri pada bakso maksimum 1×10^5 CFU/g. Hasil kajian ini membuktikan perlunya penambahan bahan antibakteri pada edible sehingga fungsinya sebagai pengemas alami menjadi lebih maksimal. Hal ini dimungkinkan untuk dilakukan mengingat edible ini memiliki sifat sebagai pembawa sifat aditif menurut Kim dan Ustunol (2001) dan (Simelane dan Ustunol, 2005) sehingga dimungkinkan sifat antibakteri pada bahan tertentu akan bisa terikat pada edible untuk menjalankan fungsi sebagai pengemas yang berantibakteri.

Tabel 24. Total Coliform (APM/g) Bakso Sapi Pasca Coating dengan Jenis *Edible* Berbeda

Jenis Edible	Waktu Simpan (Jam)					Rataan
	0	3	6	9	12	
Edible kka	0,07x10 ⁴	0,04x10 ⁶	0,15x10 ⁴	4,6x10 ⁴	0,93x10 ⁴	7,1 x 10 ³
Edible kks	0,85x10 ⁴	0,20x10 ⁵	0,15x10 ⁴	0,43x10 ⁴	0,93x10 ⁴	6,3 x 10 ³
Edible kkk	0,07x10 ⁴	0,15x10 ⁴	0,07x10 ⁴	0,09x10 ⁴	0,93x10 ⁴	1,5 x 10 ³
Rataan	1,6 x 10 ³	1,1 x 10 ⁴	1,2 x 10 ³	5,6 x 10 ³	9,3 x 10 ³	

Coliform sebagai salah satu bakteri indikator sanitasi masih ditemukan pada produk bakso yang telah diberi perlakuan edible (Tabel 24), meskipun secara statistik baik jenis bahan baku edible maupun masa simpan bakso yang dikemas tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil ini perlu diselidiki kemungkinan penggunaan bahan antibakteri pada edible dan kemungkinan tersebut diduga akan terjawab tuntas dalam tahun kedua penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. SNI 06-3735. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Anonim. 2005. Gelatin. [Http://www.Isbu.ac.uk/water/hygel.html](http://www.Isbu.ac.uk/water/hygel.html).
- Apriyantono, H.A. 2003. Makalah Halal: Kaitan Antara Syar'i, Teknologi, dan Sertifikasi. www.indohalal.com/doc-halal2.html.
- Brown, EM., King, G., dan Chen, JM. 1997. Model of The Helical Portion of A Type I Collagen Microfibril. *Jalca*. **92**.1-7.
- Brody, A.L. 2005. Packaging. *Food Tech*, 59 (2), 65-66.
- Bienkiewicz, K.J. 1990. Leather-water: System?. *Jalca*. **85**. 305-325.
- Caner, C., P.J. Vergano and J.L.Wiles. 1998. Chitosan film mechanical and permeation properties as affected by acid, plasticizer and storage. *J. Food Sci*, (63), 1049-1053.
- Covington, A.D. and Lampard, GS. 1998. Studies on The Origin of Hydrothermal Stability: A New Theory of Tanning. *Jalca*. **93**. 107-120.

- Chen, JM., Freairheller, S.H., and Brown, E.M. 1991. Three-Dimensional-Energy Minimized Models for Calf Skin Type I Collagen Triple Helix and Microfibril: I. The Triple Helical Models. *Jalca*. 86. 475-486.
- Djojowidagdo, S. 1988. Kulit Kerbau Lumpur Jantan, Sifat-sifat, dan Karakteristiknya Sebagai Bahan Wayang Kulit Purwa. *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Gomez-Guillen, M.C., Gimenez, B., dan Montero, P. 2004. Extraction of gelatin from fish skins by high pressure treatment. Abstract. *Food Hydrocolloids. Sci. Direct*. 19(5): 923-928
- Gounga, M.E., S.Y. Xu and Z.Wang. 2007. Whey protein isolate-based edible films as affected by protein concentration, glycerol ratio and pullulan addition in film formation. *J. Food Eng.*, 83 (4), 521-530.
- Highberger, JH. 1993. Recent Advances in Knowledge of The Structure of The Collagen Fibril and The Properties of The Tropocollagen Macromolecular. *Jalca*. 88 (4) 117.
- Huang, Y., Ho, S. H., Lee, H. C., & Yap, Y. L. 2002. *Insecticidal Properties of Eugenol, Isoeugenol and Methyleugenol and Their Effects on Nutrition of Sitophilus zeamais Motsch.* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *J. of Stored Products Research*, 38, 403–412.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Penerbit UI Press. Jakarta.
- Kim, S.J dan Z. Ustunol. 2001. Thermal properties head seal ability and seal attributes of whey protein isolate lipid emulsion edible film. *J. Food Sci*, 66 (7), 985-990.
- Krochta, J.M and M. Johnson. 1997. Edible and biodegradable polymer film : challenges and opportunities . *J. Food Tech*, (51), 61-74.
- Krochta, J.M., E.A. Baldwin and M.O. Nisperos-Carriedo. 1994. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Company, Inc. Pennsylvania, (2), 215-218.
- Kumala, S dan D. Indriani. 2008. Efek Antioksidan Ekstrak Etanol dan Cengkeh (*Eugenia aromatic L.*). *Jurnal Farmasi Indonesia* 4(2) : 82-87
- Lee, K. G., & Shibamoto, T. 2001. *Antioxidant Property of Aroma Extract Isolated from Clove Buds [Syzygium aromaticum (L.) Merr. et Perry]*. *Food Chem.* (74) : 443–448.
- Liu, Z and J.H. Han. 2005. Film forming characteristics of starckes. *J. Food Sci*, 70 (1), E.31-E36.

- Mali, S., L.B.Karam, L.P.Ramos and M.V.E.Grossman. 2004. Relationships among the composition and physicochemical properties of starches with characteristics of their film. *J.Agric Food Chem*, (52),7720-7725.
- Miwada dan Simpen. 2005. Produksi dan Kualitas Gelatin dari Kulit Kaki Ayam Broiler dengan Metode Ekstraksi Termodifikasi. Laporan Penelitian Dosen Muda, Universitas Udayana.
- Miwada, INS. dan Simpen, IN. 2014. Produksi dan Formulasi *Edible Coating* Berbasis Gelatin dari Kulit Kaki Ternak dan Potensinya dalam Mempertahankan Kualitas Bakso. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun Pertama*. LPPM Universitas Udayana. Denpasar.
- Pearson, A.M. and Dutson T.R. 1992. Inedible Meat by Product Advances in Meat. *Research*. Vol. 8. London dan New York.
- Purnomo, E. 1992. *Penyamakan Kulit Kaki Ayam*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Puspawati, Simpen dan Miwada. 2011. Isolasi dan Karakterisasi Gelatin dari Kulit Kaki Ayam Broiler. Laporan Penelitian *Hibah Fundamental*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Udayana. Denpasar.
- Sarkar, K.T. 1995. *Theory and Practice of Leather Manufacture*. Publ. The Author 4. Second Avenue Mahatma Gandhi Road. Madras.
- Schrieber, R. and H. Gareis. 2007. *Gelatine Hanbook Theory and Industrial Practice*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Simelane, S and Z. Ustunol. 2005. Mechanical properties of heat cured whey protein based edible film compared with collagen casing under sausage manufacturing condition. *J.Food Sci*, 70 (2), E.131-134.
- Simpen, IN. 2008. Isolasi Casehew Nut Shell Liquid dari Kulit Biji Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L) dan Kajian Beberapa Sifat Fisiko-Kimianya. *Jurnal Kimia*. Vol. 2. No. 2. 71-76.
- Soeparno. 1998. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sugiasuti, S. 2002. Kajian Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle*, L) pada Daging Sapi Giling. Tesis Pascasarjana, IPB.
- Swatland, HJ. 1984. *Structure and Development of Meat Animals*. 56-63. Prentise Hall. Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.

- Suliantari, B.S.L. Jenie dan M.T. Suhartono. 2012. Aktivitas Antibakteri Fraksi-Fraksi Ekstrak Sirih Hijau (*Piper betle* linn) terhadap Patogen Pangan. *J. Teknol dan Industri Pangan*. Vol XXIII No. 2 : 217-220
- Sutini, N.W. 1994. Isolasi dan Analisis Minyak Pada Daging Buah Adpokat (*Persea americana* Mill). *Skripsi*. Program Studi Kimia, Universitas Udayana, Denpasar.
- Utama, H. 1997. Gelatin yang bikin heboh. *Jurnal Halal*. LPPOM-MUI. 18:10-12
- Yazid, E. 2005. *Kimia Fisika untuk Paramedis*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Zhou, P dan Regenstein, J.M. 2005. Effect of Alkaline and Acid Pretreatments on Alaska Pollock Skin Gelatin Extraction. *Journal of Food Science*, 70(6): C392-C396



Penerbit
Hikari Jnana

ISBN 978-602-60868-0-8

