

I. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tulang sapi

Tulang merupakan jaringan ikat yang terdiri dari sel, serat dan bahan pengisi. Bahan pengisi pada tulang terdiri dari protein dan garam-garam mineral. Garam-garam mineral yang banyak terdapat pada tulang adalah kalsium fosfat 58,3%, kalsium karbonat 1%, magnesium fosfat 2,1% dan kalsium klorida 1,5%, sisanya sebanyak 30,6% protein. Kandungan protein kolagen sebagai bahan baku utama gelatin dalam jaringan tulang sapi sebanyak 24% bobot kering bebas lemak (Ward dan Court, 1977).

Septimus (1961) menyatakan bahwa tulang sapi mengandung kurang lebih 50% air, 50% sumsum dan 96% mengandung lemak. Tulang yang telah mengalami penghilangan (*degreasing*) terdiri dari bahan organik dengan perbandingan 1:2 persenyawaan organik dalam tulang disebut ossein yang apabila dididihkan atau diekstraksi akan menghasilkan gelatin. Tulang jaringan yang dinamis secara kontinyu dapat diperbaharui dan direkonstruksi. Tulang memiliki pembuluh darah, pembuluh limfa dan syaraf. Tulang panjang seperti tulang paha (*femur*), memiliki bentuk seperti silinder dengan bagian ujung yang membesar. Bagian yang berbentuk silinder disebut diafisis yang terdiri dari tulang kompak sebagian ujung yang membesar terdiri dari tulang berongga dan disebut epifisis. Komposisi kimia tulang sapi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi kimia tulang sapi

Persenyawaan	Kadar (%)
Gelatin	11.10
Kalsium fosfat	57.55
Kalsium karbonat	3.85
Magnesium fosfat	2.05
Sodium karbonat	3.45

Sumber : Septimus (1961)

Menurut Johns (1977) tulang yang biasanya digunakan dalam pembuatan gelatin adalah tulang kompak karena dapat diekstraksi lebih satu kali sehingga menghasilkan gelatin lebih banyak dan juga tulang kompak komposisinya relatif stabil dan mudah dipisahkan dari jaringan sekitarnya dibandingkan tulang berongga. Perbandingan tulang berongga dan tulang kompak dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perbandingan Berongga Tulang dan Kompak.

Komponen	Berongga (%)	Kompak(%)
Non protein	4,5	4.3
Abu	65.2	66.6
Air	6.4	5.6
Kolagen	21.4	21.9
Chondroitin sulfat	0.55	0.21
Keratin sulfat	0.40	0.20
Asam sialat	0.12	0.07
Protein non kolagen	3.0	1.30

Sumber : Johns (1977)

Menurut Arvind (2001) tulang pada dasarnya adalah sebuah jaringan penghubung seperti kartilago yang terdiri atas sel-sel yang bertempat di lakuna dan serat-serat kolagen. Dalam tulang biasanya hanya satu sel terdapat dalam tiap lakuna dan berhubungan dengan yang lainnya, melalui serangkaian tulang yang melintasi sebuah matriks yang banyak terdapat pada serat kolagen/zat albuminoid dan juga diresapi garam-garam kalsium yang paling berlimpah. Matriks dan serat-serat kolagen tersusun atas pelat-pelat pada jaringan ossein.

2.2. Kolagen

Kolagen merupakan protein yang penting menghubungkan sel dengan sel yang lain. Sepertiga dari protein yang terkandung dalam tubuh ternak terdiri dari kolagen. Fungsi dari kolagen pada tubuh berbeda-beda tergantung pada lokasinya. Namun demikian, kolagen sangat diperlukan dalam menjaga kemudahan dan kesehatan (Hartati, 2010). Menurut Santos *et al.*, (2013) pada umumnya, kolagen berasal dari bahan baku tulang dan kulit mamalia seperti sapi dan babi.

Menurut Olsen *et al.*, (2003), Kolagen merupakan komponen struktural utama jaringan ikat putih (*white connective tissue*) yang meliputi 30% total protein pada tubuh. Kolagen merupakan protein fibrin (protein berbentuk serabut) yang tersusun atas beberapa asam amino. Pada umumnya glisin menjadi asam amino penyusun kolagen terbanyak (Hwang *et al.*, 2005).

Menurut Brown *et al.* (1997), kolagen merupakan kelompok protein struktural yang bersumber dari matriks ekstraseluler. Fibril kolagen merupakan struktur protein yang penting dalam kulit, tulang, dinding jaringan darah serta organ-organ bagian dalam. Sesuai dengan struktur alami, secara komersial kolagen banyak dimanfaatkan dalam dunia kedokteran, pangan dan industri perkulitan, Babian dan Bowes (1977) menambahkan kolagen berwarna putih, berupa serat yang tidak bercabang, dikelilingi oleh matrik mukopolisakarida dan protein lainnya.

2.3. Gelatin

Gelatin merupakan produk hasil hidrolisis parsial kolagen yang berasal dari tulang, kulit, dan jaringan ikat hewan. Gelatin mengandung protein yang sangat tinggi, tetapi rendah kadar lemaknya. Gelatin kering dengan kadar air 8%-12% mengandung protein sekitar 84%-86%, mineral 2%-4%, serta lemak dan vitamin hampir tidak ada (Carr *et al.*, 1995).

Eastoe dan Leach (1977) menyatakan gelatin adalah suatu protein yang terdiri dari beberapa asam amino. Sifat-sifat yang dimilikinya tergantung dari komposisi asam amino tersebut. Komposisi asam amino bervariasi tergantung pada sumber kolagen, spesies hewan penghasil dan jenis kolagen. Gelatin dan kolagen memiliki perbedaan dalam komposisi kimianya.

Menurut Schrieber dan Gareis (2007) gelatin mengandung berbagai jenis asam amino, yaitu 9,1% hidroksiprolin, 2,9% asam aspartat, 1,8% treonin, 3,5% serin, 4,8% asam glutamat, 13,2% prolin, 33% glisin, 11,2% alanin, 2,6% valin, 0,36% metionin, 1% isoleusin, 2,7% leusin, 0,26% tirosin, 1,4% fenilalanin, 0,51% hidroksilisin, 3% lisin, 0,4% histidin, dan 4,9% arginin. Asam amino yang paling banyak dikandung gelatin adalah glisin, sementara asam amino yang paling sedikit adalah tirosin.

Secara kimiawi, gelatin merupakan sumber protein berharga yang merupakan produk sampingan hewani dari bagian yang tidak terpakai (*by-product*) setelah melalui proses hidrolisis parsial (*partial hidrolisis*) kolagen dari bagian-bagian tertentu tubuh hewan seperti kartilago (*cartilages*), tulang, tendon, dan kulit. Dari segi penampakan fisik, gelatin merupakan substansi padat (*solid*),

dari tidak berwarna sampai berwarna sedikit kekuningan serta nyaris tanpa rasa dan bau (Sompie dkk., 2012). Gelatin larut dalam air, asam asetat dan pelarut alkohol seperti gliserol, propylene glycol, sorbitol dan manitol, tetapi tidak larut dalam alkohol, aseton, karbon tetraklorida, benzen, petroleum eter dan pelarut organik lainnya (Junianto, dkk., 2006).

Gelatin mempunyai sifat yaitu dapat berubah secara *reversible* dari bentuk sol ke gel, mengembang dalam air dingin, dapat membentuk film, mempengaruhi viskositas suatu bahan dan dapat melindungi sistem koloid. Keadaan ini membedakan gel hidrokoloid lain seperti pektin yang bentuk gelnya *irreversible* (Jhons, 1977).

2.4. Sifat Fisik Gelatin

Salah satu sifat fisik yang penting pada gelatin adalah kekuatan untuk membentuk gel yang disebut sebagai kekuatan gel. Menurut Jones (1977), gelatin dapat mengubah cairan menjadi padatan elastis, atau mengubah bentuk sol menjadi gel. Kekuatan gel dipengaruhi oleh pH, adanya komponen elektrolit dan non elektrolit serta bahan tambahan lainnya. Pengaruh asam, alkali, panas dan enzim proteolitik sebagai zat penghidrolisis akan merusak struktur gelatin sehingga gel tidak terbentuk.

Viskositas gelatin sebagai larutan merupakan salah satu sifat yang penting juga. Viskositas dipengaruhi oleh interaksi hidrodinamik antar molekul gelatin, suhu, pH dan konsentrasi. Sifat fisik lainnya adalah titik pembentukan gel, kekeruhan, warna, kapasitas emulsi, dan stabilitas emulsi (Glicksman, 1969).

Berdasarkan Dewan Standarisasi Nasional No.06-3735-1995 (1995) dan Gelatin Manufacturers Institute of America (GMIA) (2001). Karakteristik gelatin dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Table 2.4. Karakteristik Gelatin

Karakteristik	SNI No. 06-3735-1995*
Warna	Tidak berwarna sampai kekuningan
Bau, rasa	Normal
Kadar air	Maksimum 16%
Kadar abu	Maksimum 3.25%
Kekuatan gel	50-300 bloom**
Viskositas	15-70 mps atau 1.5-7 cP**
pH	4.5-6.5**

Sumber: DSN (1995), ** GMIA (2001)

Gelatin terbagi menjadi dua tipe berdasarkan perbedaan proses pengolahannya, yaitu tipe A dan tipe B. Menurut Poppe (1992), pada pembuatan gelatin tipe A, bahan baku diberi perlakuan perendaman dalam larutan asam mineral seperti asam klorida, asam sulfat, atau asam fosfat, sehingga disebut proses asam, sedangkan pada pembuatan gelatin tipe B, bahan baku diberi perlakuan perendaman dalam larutan kapur, sehingga disebut proses basa atau proses alkali.

Asam yang biasa digunakan dalam proses pembuatan gelatin adalah asam sulfat, asam sulfit, asam fosfat, dan asam klorida, tetapi yang paling baik dan umum digunakan adalah asam klorida. Asam klorida mempunyai kelebihan dibandingkan jenis asam lain karena asam klorida mampu menguraikan serat kolagen lebih banyak dan cepat tanpa mempengaruhi kualitas gelatin yang dihasilkan. Hal yang menguntungkan dari proses asam antara lain persiapan bahan baku (proses perendaman) memerlukan waktu relatif singkat, yaitu 10-48 jam, berbeda dengan proses basa yaitu 8-12 minggu. Menurut Gelatin Manufacturers

Institute of America (GMIA) (2001), beberapa sifat penting gelatin tipe A dan B dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Sifat fungsional gelatin tipe A dan B

Sifat	Tipe A	Tipe B
pH	3,8 - 6,0	5,0 - 7,1
Titik isoelektrit	7,0 - 9,0	4,7 - 5,4
Kekuatan Gel(g Bloom)	50 - 300	50 - 300
Viskositas (mps)	1,5 - 7,5	2,0 - 7,5
Kadar Abu (%)	0,3 -2,0	0,5 - 2,0

Sumber : GMIA (2001)

Hasil penelitian Aryanti (1998), menunjukkan bahwa kualitas gelatin yang dihasilkan dari tulang domba bervariasi dengan nilai rendemen berkisar 1,64-9,43%, kadar protein 7,581%-86,79%, pH 2,94-3,84, viskositas 4,45 cP-6,85 cP dan kekuatan gel 187-808 g/cm². Untuk variasi lama perendaman 10,29, dan 48 jam dengan menggunakan HCl 5%. Menurut Siringoringo (2000), kualitas gelatin yang berasal dari tulang domba dengan jenis perendaman basa 5%, 10%, dan 15% selama 6, 8, dan 10 minggu diperoleh rendemen berkisar 3,52-6,52%, kadar protein 71,98-83,32%, pH 5,08-5,09 dan viskositas 4,50 cP-8,39 cP serta kekuatan gel 49,98 g/cm²-113,95 g/cm².

2.4.1. Rendemen

Kurnianingsih (2004) menyatakan nilai rendemen merupakan indikator untuk mengetahui efektif tidaknya metode yang diterapkan pada suatu penelitian, khususnya tentang optimalitasnya dalam menghasilkan suatu produk. Semakin tinggi nilai rendemen berarti perlakuan yang diterapkan pada penelitian tersebut semakin efektif. Rendemen merupakan salah satu parameter penting dalam menilai tingkat efektivitas produksi gelatin, mulai dari tahap demineralisasi, *liming*, ekstraksi, hingga pengeringan. Rendemen dihitung berdasarkan persentase

berat gelatin yang dihasilkan dari berat awal bahan baku yang digunakan. Semakin tinggi nilai rendemen suatu perlakuan maka semakin tinggi pula tingkat efektivitas perlakuan tersebut. Dengan meningkatnya lama perendaman maka akan semakin banyak ikatan kolagen tripel heliks yang diputus menjadi ikatan tunggal, sehingga lebih banyak ikatan kolagen yang terkonversi menjadi gelatin (Aryanti, 1998).

2.4.2. Nilai pH

Nilai pH merupakan parameter yang sangat penting dalam memproduksi gelatin berdasarkan standar mutu SNI (1995) gelatin diharapkan memiliki nilai pH mendekati netral (pH 7). Nilai pH gelatin ini sangat dipengaruhi oleh jenis larutan perendam yang digunakan untuk mengekstrak gelatin tersebut (Astawan dan Aviana, 2002). Sedangkan Nilai pH standar gelatin komersial menurut British Standard 757:1975 adalah 4,5 – 6,5.

2.4.3. Kekuatan Gel (Nilai Blom)

Kekuatan gel adalah salah satu parameter dari tekstur suatu bahan dan merupakan gaya untuk menghasilkan deformasi tertentu (de Man, 1989). Untuk keperluan industri, kekuatan gel menjadi pertimbangan dalam menentukan kelayakan penggunaan gelatin. Suhu terkontrol yang optimal untuk ekstraksi 55-90°C (Poppe, 1992). Menurut Schrieber dan Gareis (2007), suhu dan pH pada saat ekstraksi berpengaruh terhadap kekuatan gel (nilai *Bloom*) dari gelatin yang dihasilkan.

2.5. Sifat Kimia Gelatin

Sifat kimia gelatin tergantung pada beberapa faktor, termasuk metode persiapan (*pretreatment*) dan sifat intristik dari kolagen (Badii, 2006). Struktur kimia gelatin adalah ($C_{102}H_{151}N_{31}$) didalamnya adalah asam amino seperti 14% hidroksiprolin, 16% prolin, 26% glycine, kandungannya tergantung dari bahan mentahnya (Ockerman, 2000).

2.5.1. Kadar Air

Kadar air adalah kandungan air bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan bobot basah dan bobot kering. Kadar air merupakan parameter penting dari suatu produk pangan, karena kandungan air dalam makanan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran, penampakan, tekstur, citarasa, dan mutu bahan pangan serta daya tahan bahan (Winarno, 2002). Air merupakan kandungan penting dalam suatu bahan pangan. Peranan air dalam bahan pangan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi aktivitas metabolisme seperti aktivitas enzim, aktivitas mikroba, dan aktivitas kimiawi, yaitu salah satunya adalah terjadinya ketengikan dan reaksi-reaksi non-enzimatis, sehingga dapat menimbulkan perubahan sifat-sifat organoleptik dan nilai gizinya (de Man, 1997).

2.5.2. Kadar Abu

Abu adalah zat organik yang tidak ikut terbakar dalam proses pembakaran zat organik. Zat tersebut diantaranya adalah natrium, klor, kalsium, fosfor, magnesium dan belerang (Winarno, 1997). Kadar abu dalam gelatin diduga merupakan kalsium, tingginya kalsium dapat mengakibatkan warna gelatin dalam larutan menjadi keruh (Jones, 1977). Analisis kadar abu pada gelatin dilakukan untuk mengetahui secara umum kandungan mineral yang terdapat dalam gelatin.

Menurut Apriyantono (1989), nilai kadar abu suatu bahan pangan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut.

2.5.3. Kadar Lemak

Penentuan kadar lemak cukup penting karena lemak berpengaruh terhadap perubahan mutu gelatin selama penyimpanan. Kerusakan lemak yang utama diakibatkan oleh proses oksidasi sehingga timbul bau dan rasa tengik yang disebut dengan proses ketengikan. Lemak berhubungan dengan mutu karena kerusakan lemak dapat menurunkan nilai gizi serta menyebabkan penyimpangan rasa dan bau (Winarno, 1997). Gelatin yang bermutu tinggi diharapkan memiliki kandungan lemak yang rendah bahkan diharapkan tidak mengandung lemak. Kadar lemak yang tidak melebihi batas 5% merupakan salah satu persyaratan mutu penting gelatin. Rendahnya kadar lemak ini memungkinkan tepung gelatin dapat disimpan dalam waktu relatif lama tanpa menimbulkan bau dan rasa tengik (de Man, 1997).

2.5.4. Kadar Protein

Protein merupakan kandungan tertinggi yang terdapat di dalam gelatin. Gelatin sebagai salah satu jenis protein konversi yang dihasilkan melalui proses hidrolisis kolagen, pada dasarnya memiliki kadar protein yang tinggi. Gelatin merupakan bahan makanan tambahan berupa protein murni yang diperoleh dari penguraian kolagen dengan menggunakan panas (Raharja, 2004). Nilai kadar protein gelatin pada standar mutu SNI (1995) tentang gelatin, yaitu kadar protein sebesar 87,25%.

2.6. Pemanfaatan gelatin

Gelatin merupakan koloid yang digunakan secara luas, sebagai koloid yang bersifat hidrofilik dapat digunakan untuk menstabilkan koloid yang bersifat hidrofobik. Gelatin efektif digunakan sebagai pengemulsi, dan penstabil dalam sistem emulsi (Glisksman, 1969). Gelatin sebagai pelindung koloid dapat berguna dalam industri fotografi dan pelapisan logam dalam industri (Ward dan Courts, 1977).

Gelatin dikenal untuk menggantikan fungsi lemak (sebagai agen pengental, emulsifer dan gizi) dalam makanan dengan tidak berdampak negatif pada rasa sebenarnya produk makanan dan memiliki kualitas sensorik sebanding dengan fungsi lemak yang banyak digunakan dalam industri farmasi sebagai obat kapsul (Dermihan *et al.*, 2012). Gelatin juga dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi dalam susu dan produk fermentasi (Gimenes *et al.*, 2005). Selain itu, gelatin banyak digunakan sebagai agen diet dalam pengolahan obesitas dan makanan bayi karena kandungan kalori rendah dan tinggi protein (Riaz dan Chaudry, 2004).