

PP/2002
PP-01-1-P

KAJIAN PROSES *DEMINERALISASI* DAN *LIMING* DALAM EKSTRAKSI GELATIN DARI KOLAGEN TULANG SAPI

Oleh
DEWI SETYORINI
F 27. 0642



1994
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
B O G O R

Has Cipta Plintonef Unzangurand
1. Diambil sebagai bagian dari sebuah karya yang dipublikasikan dan disediakan untuk
4. Pengujian hasil atau kesetiaan sendiri, perbaikan, perbaikan hasil akhir, penyelesaian laporan, penulisan karya atau publikasi atau media
5. Pengujian atau kesetiaan yang wajar IPB University
1. Diambil sebagai bagian dari penelitian yang akan dilakukan oleh IPB University

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantarmu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.
(QS. 58 : 11)



*kepada ibuku,
yang menaruhkan arti hijjuran padaku
kepada ayahku,
yang menaruhkan langguny jawab padaku
kepada adikku,
yang mengahami mabru kasit sayang
padaku
kepada kekasihku,
yang sanantiasa selia mendampingiku
kepada guru-guruku,
yang membalik hidupku*



DEWI SETYORINI. F 27.0642. Kajian Proses *Demineralisasi* dan *Liming* dalam Ekstraksi Gelatin dari Kolagen Tulang Sapi. Di bawah bimbingan M. Zein Nasution dan Suhadi Hardjo.

RINGKASAN

Emulsi merupakan campuran dari dua larutan yang tidak dapat saling melarutkan. Emulsi yang stabil didapatkan dengan penambahan senyawa-senyawa lain yang berfungsi untuk mempertahankan bahan emulsi tersebut, yaitu *emulsifier* atau *stabilizer*. Penggunaan jenis-jenis *emulsifier* atau *stabilizer* tergantung pada bahan baku emulsi, jenis emulsi dan proses atau penanganan bahan yang digunakan. Salah satu *stabilizer* atau *emulsifier* yang umum digunakan adalah gelatin.

Gelatin merupakan suatu senyawa protein kompleks yang diekstrak dari komponen kolagen pada tulang atau kulit hewan. Proses pembuatan gelatin dari kolagen tulang sapi membutuhkan proses *demineralisasi* dan *liming* sebelum ekstraksi pada tahap selanjutnya. Bahan baku tulang sapi yang dipergunakan merupakan produk sampingan yang diperoleh dari rumah pemotongan hewan. Selain memberi nilai tambah pada bahan-bahan limbah tersebut, pemanfaatan tulang sapi sebagai bahan substitusi bahan baku gelatin yang diharapkan dapat menjadi suatu alternatif (produk yang halal).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh konsentrasi dalam proses *demineralisasi* dan *liming* terhadap sifat fisiko kimia gelatin hasil ekstraksi kolagen dari tulang sapi.

Dari hasil analisa proksimat terhadap tulang *femur* (tulang paha) sapi sebagai bahan baku dalam penelitian ini, diperoleh nilai rata-rata kadar air 11.51 persen, kadar abu 51.28 persen, kadar protein 25.29 persen dan kadar lemak 9.92.

Penentuan waktu *demineralisasi* berdasarkan perbandingan waktu perendaman dengan prosentase mineral yang terlarut, perendaman selama 10 hari dengan 14 hari hanya memiliki sedikit selisih yaitu 0.03 persen dan hasil uji statistik tidak berbeda nyata, sehingga waktu *demineralisasi* yang dipilih adalah 10 hari.

Dari hasil penelitian utama diperoleh hasil analisa rendemen 7.38 - 10.52 persen (bk), kadar air 8.33 - 20.00 persen (bk), kadar abu 4.00 - 7.27 persen (bk), kadar protein 83.06 - 98.54 persen (bk), derajat putih 92.63 - 98.63 persen, viskositas 5.00 - 6.00 cp, kekuatan gel 459.165 - 497.910 dyne/cm², pH 6.36 - 6.93, kapasitas emulsi 134.00 - 149.00 ml/g dan stabilitas emulsi 70.00 - 74.04 persen.

Dari seluruh kombinasi antara taraf konsentrasi dalam proses *demineralisasi* dengan taraf konsentrasi dalam proses *liming*, kombinasi terbaik adalah pada taraf

konsentrasi HCl 4 persen dan taraf konsentrasi Ca(OH)₂ 10 persen. Hasil analisa kombinasi tersebut adalah ; rendemen 7.98 persen (bk), kadar air 11.11 persen (bk), kadar abu 5.00 persen (bk), kadar protein 98.54 persen (bk), derajat putih 94.57 persen, viskositas 6.00 cp, kekuatan gel 462.06 dyne/cm², pH 6.45, kapasitas emulsi 147.00 ml/g dan stabilitas emulsi 74.04 persen.





**KAJIAN PROSES *DEMINERALISASI* DAN *LIMING*
DALAM EKSTRAKSI GELATIN DARI KOLAGEN TULANG SAPI**

Oleh

DEWI SETYORINI

F 27.0642

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

1994

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

Halaman ini merupakan bagian dari koleksi digital IPB University yang bertujuan untuk meningkatkan aksesibilitas dan penyebaran informasi. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi website IPB University di www.ipb.ac.id.
1. Dilakukan dengan cara manual atau otomatis.
2. Dilakukan dengan cara manual atau otomatis.
3. Dilakukan dengan cara manual atau otomatis.
4. Dilakukan dengan cara manual atau otomatis.
5. Dilakukan dengan cara manual atau otomatis.
6. Dilakukan dengan cara manual atau otomatis.
7. Dilakukan dengan cara manual atau otomatis.
8. Dilakukan dengan cara manual atau otomatis.
9. Dilakukan dengan cara manual atau otomatis.
10. Dilakukan dengan cara manual atau otomatis.

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

**KAJIAN PROSES *DEMINERALISASI* DAN *LIMING*
DALAM EKSTRAKSI GELATIN DARI KOLAGEN TULANG SAPI**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

Oleh

DEWI SETYORINI

F 27.0642


Dilahirkan pada tanggal 7 Desember 1971

di Jakarta

Tanggal lulus : 14 Oktober 1994

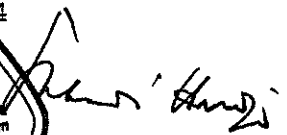
Disetujui,

Bogor, 23 November 1994


Ir. M. Zein Nasution, M. Ag. PS

Dosen Pembimbing I




Hadi Hardjo, MSc

Dosen Pembimbing II



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas perkenan, rahmat dan karunia-Nya maka Skripsi dengan judul "Kajian Proses Demineralisasi dan Liming dalam Ekstraksi Gelatin dari Kolagen Tulang Sapi ini dapat terselesaikan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Skripsi ini merupakan laporan kegiatan penelitian masalah khusus sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Pada kesempatan ini penulis mengungkapkan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. M. Zein Nasution, MAppSc. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan petunjuk selama pelaksanaan penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Suhadi Hardjo, MSc. sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan petunjuk selama penelitian dan pembuatan laporan ini.
3. Drs. Chilwan Pandji Apth., MSc. selaku dosen penguji.
4. Kedua orang tua penulis, saudara penulis (Iwan Pujosemendi) serta Muhammad Ali Ramdhani yang senantiasa mendampingi penulis dengan kasih sayang yang tulus dan perhatian yang mendalam terhadap seluruh kegiatan penulis.

5. Rekan-rekan di Lab (Vera, Elly, Ita, Rini, Eko, Agus, Asep, Pras, Rohmat, Dona, Rimenda, Fenny, Trina dan Desi) yang telah banyak memberikan bantuan teknis selama pelaksanaan penelitian.
6. Rekan-rekan "Alcatraz" (Trieboed, Judha, Yuni, Evi dan Vivi), "The Big Seven" (Dhani, Erwan, Rendy, Don, Walneg, Tony dan Ari), "Gank Chart" (Yeni, Nelli, Alice, Fitri, Mirna, Vera, Ale'), Soelis, Sofie, Arief, Gatut serta seluruh rekan "Agrieventh" yang senantiasa memberikan dorongan dan dukungan moril maupun materil bagi penulis.
7. Kepada semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan masalah khusus ini.

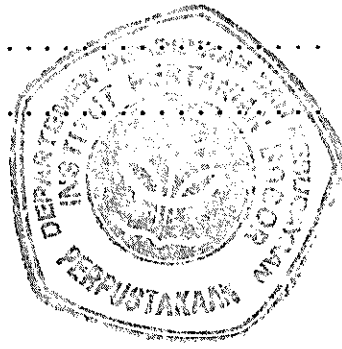
Sebagai penutup, penulis berharap semoga laporan masalah khusus ini akan memberikan manfaat, khususnya kepada penulis, serta kepada bangsa, negara dan umat yang penulis cintai pada umumnya.

Bogor, Nopember 1994



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. TULANG SAPI	3
B. GELATIN	8
C. PROSES PEMBUATAN GELATIN	13
III. BAHAN DAN METODA	19
A. BAHAN DAN ALAT	19
B. METODA	19
1. Penelitian Pendahuluan	19
a. Studi Pustaka	19
b. Analisa Bahan Baku	20
c. Penentuan Waktu Demineralisasi	20
2. Penelitian Utama	20
C. ANALISA	25
1. Rendemen	25
2. Kadar Air	25
3. Kadar Abu	26
4. Kadar Protein	26
5. Derajat Putih	27



6. Viskositas	27
7. Kekuatan Gel	28
8. Derajat Keasaman	28
9. Kapasitas Emulsi	29
10. Stabilitas Emulsi	29
D. RANCANGAN PERCOBAAN	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. PENELITIAN PENDAHULUAN	31
B. PENELITIAN UTAMA	33
1. Rendemen	33
2. Kadar Air	37
3. Kadar Abu	39
4. Kadar Protein	42
5. Derajat Putih	45
6. Viskositas	46
7. Kekuatan Gel	48
8. Derajat Keasaman	50
9. Kapasitas Emulsi	52
10. Stabilitas Emulsi	55
C. ANALISA BIAYA KOTOR.....	58
V. KESIMPULAN DAN SARAN	59
A. KESIMPULAN	59
B. SARAN	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi asam amino pada gelatin tulang sapi	4
Tabel 2. Perbandingan komposisi tulang sapi berongga dan kompak	6
Tabel 3. Komposisi kimia dan sifat fisika tulang	7
Tabel 4. Jumlah beberapa jenis hewan ternak pada tahun 1983 di Indonesia.....	8
Tabel 5. Kandungan asam amino pada gelatin	9
Tabel 6. Standar mutu gelatin (SII-0181-78)	12
Tabel 7. Analisa proksimat tulang sapi	31
Tabel 8. Jumlah mineral yang terlarut selama proses demineralisasi	32
Tabel 9. Perbandingan sifat fisiko kimia gelatin hasil penelitian dengan gelatin komersial ..	56

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.	Formasi struktur dan jaringan molekuler dari kolagen	5
Gambar 2.	Rumus bangun glisin dan alanin	5
Gambar 3.	Struktur kimia gelatin	10
Gambar 4.	Diagram alir pembuatan gelatin (Mark dan Stewart, 1957)	18
Gambar 5.	Diagram alir pembuatan gelatin (metoda penelitian utama)	24
Gambar 6.	Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH) ₂] terhadap rendemen	34
Gambar 7.	Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH) ₂] terhadap kadar air	38
Gambar 8.	Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH) ₂] terhadap kadar abu	40
Gambar 9.	Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH) ₂] terhadap kadar protein	43
Gambar 10.	Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH) ₂] terhadap derajat putih	45
Gambar 11.	Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH) ₂] terhadap viskositas	47
Gambar 12.	Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH) ₂] terhadap kekuatan gel	49
Gambar 13.	Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH) ₂] terhadap pH	51
Gambar 14.	Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH) ₂] terhadap kapasitas emulsi	53
Gambar 15.	Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH) ₂] terhadap stabilitas emulsi	54

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran	1. Data penelitian gelatin	65
Lampiran	2. Aliran proses pembuatan gelatin dengan taraf perlakuan HCl 4.0 persen dan Ca(OH) ₂ 10 persen	66
Lampiran	3. Data analisis sidik ragam parameter rendemen	67
Lampiran	4. Data analisis sidik ragam parameter kadar air	68
Lampiran	5. Data analisis sidik ragam parameter kadar abu	69
Lampiran	6. Data analisis sidik ragam parameter kadar protein	70
Lampiran	7. Data analisis sidik ragam parameter derajat putih	71
Lampiran	8. Data analisis sidik ragam parameter viskositas	72
Lampiran	9. Data analisis sidik ragam parameter kekuatan gel	73
Lampiran	10. Data analisis sidik ragam parameter pH	74
Lampiran	11. Data analisis sidik ragam parameter kapasitas emulsi	75
Lampiran	12. Data analisis sidik ragam parameter stabilitas emulsi	76



I. PENDAHULUAN

Bahan emulsi merupakan bahan yang umum dipergunakan dalam industri bahan pangan pada saat ini. Emulsi merupakan campuran dua larutan yang tidak dapat saling melarutkan seperti minyak dan air. Bahan emulsi yang stabil didapatkan dengan penambahan senyawa-senyawa lain yang berfungsi untuk mempertahankan bahan emulsi tersebut, yaitu *emulsifier* atau *stabilizer*.

Penggunaan jenis-jenis *emulsifier* atau *stabilizer* tergantung pada bahan baku emulsi, jenis emulsi dan proses atau penanganan bahan yang digunakan. Salah satu *stabilizer* atau *emulsifier* yang umum digunakan adalah gelatin.

Pada saat ini terdapat dua macam proses pembuatan gelatin, yaitu proses asam (gelatin tipe A) dan proses basa (gelatin tipe B). Perbedaan kedua proses ini hanya terletak pada proses perendamannya. Dari proses yang berbeda ini akan dihasilkan jenis-jenis gelatin yang masing-masing memiliki sifat-sifat yang berbeda, yang akan berpengaruh terhadap penggunaan gelatin selanjutnya.

Gelatin merupakan suatu senyawa protein kompleks yang diekstrak dari komponen kolagen pada tulang atau kulit hewan. Dilihat dari penyebaran kolagen dalam jaringan hewan mamalia famili Bovidae, tulang sapi memiliki kandungan kolagen sekitar 24 persen. Proses pembuatan gelatin dari tulang sapi ini membutuhkan asam

dan basa dalam proses perendaman. Bahan baku tulang sapi yang dipergunakan merupakan produk sampingan yang diperoleh dari tempat pemotongan hewan.

Bila dilihat dari cukup luasnya fungsi gelatin saat ini, maka pengembangan industri gelatin merupakan salah satu kebutuhan yang harus dipenuhi. Keuntungan pendirian industri gelatin ini adalah pemanfaatan limbah-limbah pemotongan hewan yang dapat memberikan nilai tambah pada bahan-bahan limbah tersebut. Selain itu gelatin yang banyak digunakan berasal dari kulit babi atau tikus yang diimport dari luar negeri, sehingga pemanfaatan tulang sapi sebagai bahan substitusi bahan baku gelatin diharapkan dapat menjadi suatu alternatif (produk yang halal). Potensi tulang sapi di Indonesia tinggi, kebutuhan gelatin yang harus dipenuhi dengan import juga tinggi, maka pendirian industri gelatin memiliki prospek yang baik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji proses pembuatan gelatin dengan menggunakan bahan baku tulang sapi melalui proses asam-basa dan menganalisa pengaruh konsentrasi asam dan basa terhadap sifat fisiko kimia gelatin yang dihasilkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. TULANG SAPI

Bahan baku utama gelatin adalah senyawa kolagen. Kolagen ini banyak terdapat pada kulit, urat, tulang rawan dan tulang pada hewan. Kolagen merupakan sepertiga total protein hewan vertebrata (Lehninger, 1991).

Menurut Syarief dan Drajat (1977), tulang merupakan salah satu jaringan pengikat. Tulang terdiri dari sel, serat-serat dan bahan pengisi. Bahan pengisi pada tulang adalah protein dan garam-garam mineral. Garam-garam mineral yang paling banyak terdapat pada tulang adalah kalsium fosfat 58.3 persen, kalsium karbonat 1.0 persen, magnesium fosfat 2.1 persen dan kalsium fluorida 1.9 persen. Sisanya sebanyak 30.6 persen terdiri dari protein.

Menurut Ward dan Courts (1977), kandungan kolagen dalam jaringan tulang sapi sebesar 24 persen (persen berat kering bebas lemak). Rata-rata jumlah tulang adalah sekitar 15 persen dari berat karkas bersih. Jumlah ini bervariasi menurut species, jenis makanan, umur ternak dan sebagainya (Basuki, 1983).

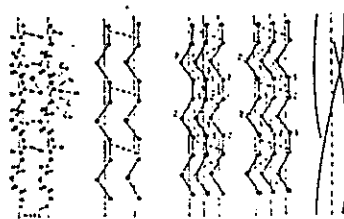
Jaringan kolagen tersusun atas fibril kolagen yang nampak seperti garis-garis melintang. Fibril ini terorganisasi sesuai dengan sistem biologi jaringan tersebut. Kolagen merupakan protein yang mengandung 35

persen glisin dan sekitar 11 persen alanin serta kandungan prolin yang cukup tinggi. Komposisi protein inilah yang menjadi dasar pada produksi gelatin. Rantai polimer protein pada kolagen ini akan dihidrolisis parsial menjadi bentukan lain yaitu gelatin (Lehninger, 1991).

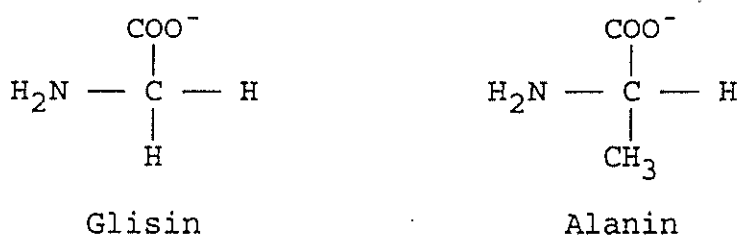
Tabel 1. Komposisi asam amino pada gelatin tulang sapi^a

Asam Amino	Prosentase
Alanin	11.20
Glysin	33.50
Valin	2.19
Leusin	2.43
Isoleusin	1.08
Prolin	12.42
Phenilalanin	1.40
Tyrosin	0.12
Serin	3.28
Threonin	1.83
Methionin	0.39
Arginin	4.80
Histidin	0.42
Lysin	2.76
Asam Aspartat	4.67
Asam Glutamat	7.26
Hidroksiprolin	9.33
Hidroksilysin	0.43

a) Eastoe dan Leach (1977)



Gambar 1. Formasi struktur dan jaringan molekuler dari kolagen



Gambar 2. Rumus bangun glisin dan alanin.

Menurut Hinterwalder (1977), menurut asalnya tulang dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu *collected bone* dan *slaughterhouse bone*. *Collected bone* diperoleh dari pedagang daging, memiliki ukuran yang bervariasi, banyak mengandung daging, kadar lemak tinggi (sering terhidrolisis sehingga mutu gelatin yang dihasilkan rendah) dan lebih cocok untuk pembuatan bahan perekat. Sedangkan *slaughterhouse bone* diperoleh dari tempat pemotongan hewan dan langsung mendapat perlakuan sebelum digunakan lebih lanjut sehingga sedikit mengalami kontaminasi. *Slaughterhouse bone* ini cocok untuk bahan baku pembuatan gelatin.

Tulang yang baik digunakan sebagai sumber kolagen untuk pembuatan gelatin adalah tulang kompak karena komposisinya relatif stabil dan mudah dipisahkan dari jaringan di sekitarnya (Johns, 1977). Tabel berikut menunjukkan perbandingan komposisi tulang berongga dan kompak.

Tabel 2. Perbandingan komposisi tulang sapi berongga dan kompak^b

Komponen	Tulang	
	Berongga (%)	Kompak (%)
N non protein	4.50	4.30
Abu	65.20	66.60
Air	6.40	5.60
Kolagen	21.40	21.90
Chondroitin sulfat	0.55	0.21
Keratin sulfat	0.40	0.20
Asam sialat	0.12	0.07
Protein non kolagen	3.00	1.30

b) Johns (1977)

Menurut Septimus (1961), tulang mengandung lebih kurang 50 persen air dan 15 persen sumsum merah dan kuning. Sumsum tulang terdiri dari lemak sebesar 96 persen. Tulang yang telah diambil lemaknya, terdiri dari bahan organik dan garam-garam anorganik dalam perbandingan 1 : 2. Penghilangan zat organik oleh

panas tidak menyebabkan perubahan pada struktur tulang secara keseluruhan, tetapi akan mengurangi berat tulang. Komposisi kimia dan sifat fisika tulang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kimia dan sifat fisika tulang^C

Persenyawaan	Komposisi kimia dan fisika
Gelatin	33.30 %
Kalsium fosfat	57.35 %
Kalsium karbonat	3.85 %
Magnesium fosfat	2.05 %
Sodium karbonat	3.45 %
Bobot jenis	1.9 g/cm ³
Kekuatan tarik	20000.0 lb/in ²
Kekuatan tekan	15000.0 lb/in ²

c) Septimus, 1961

Sapi yang dipotong akan menghasilkan produk samping berupa tulang yang jumlahnya cukup besar (11.2 - 20.7 persen). Tabel di bawah ini menunjukkan populasi sapi dan beberapa jenis ternak lainnya.



Tabel 4. Jumlah hewan ternak tahun 1983 di Indonesia^d

Jenis ternak	Jumlah (ekor)
Sapi potong	6 363 924
Kerbau	2 432 212
Domba	4 070 994
Kambing	7 659 496

d) Informasi Data Peternakan, 1983

B. GELATIN

Gelatin adalah suatu protein yang terdiri dari asam amino-asam amino. Sifat-sifat yang dimilikinya tergantung pada jenis asam amino-asam amino tersebut (Mark dan Stewart, 1957).

Gelatin memiliki beberapa sifat yaitu dapat berubah secara reversible dari bentuk sol ke gel, membengkak atau mengembang dalam air dingin, dapat membentuk film, mempengaruhi viskositas suatu bahan dan dapat melindungi sistem koloid (Parker A.L., 1982).

Secara fisik gelatin dapat berbentuk bubuk, pasta maupun lembaran gelatin. Untuk gelatin yang berbentuk lembaran dan butiran sebelum digunakan perlu direndam terlebih dahulu, sedangkan gelatin yang berbentuk bubuk dapat langsung digunakan. Produk gelatin yang murni mempunyai sifat tidak berasa, tidak berbau dan memiliki warna yang sedikit kuning (Mark dan Stewart, 1957).

Gelatin mengandung 19 asam amino yang dihubungkan dengan ikatan peptida membentuk rantai polimer yang panjang (Glicksman, 1969). Komposisi asam amino gelatin bervariasi tergantung pada sumber kolagen tersebut, species hewan penghasil dan jenis kolagen (Ward dan Courts, 1977).

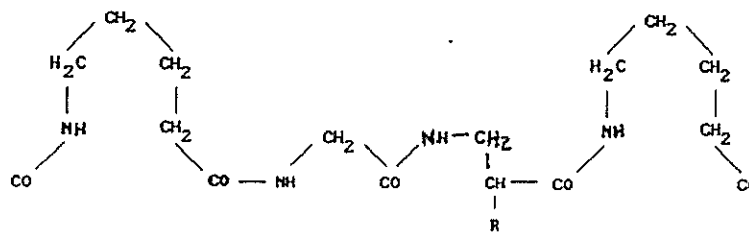
Menurut Parker, A.L.. (1982), gelatin adalah protein yang terekstrak setelah proses hidrolisis parsial dari senyawa kolagen pada kulit maupun tulang binatang. Senyawa gelatin ini merupakan suatu polimer linier asam amino-asam amino. Umumnya pada polimer ini terjadi perulangan asam amino glicin-prolin-prolin atau glicin-prolin-hidroxyprolin. Tidak terdapatnya tryptofan pada gelatin menyebabkan gelatin tidak dapat digolongkan sebagai protein biologis yang lengkap (Bender dan Miller, 1953 di dalam Mark dan Stewart, 1957). Kandungan asam amino pada gelatin dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan asam amino pada gelatin^e

Jenis asam amino	Jumlah (persen)
Glicin	26.4 - 30.5
Proline	14.0 - 18.0
Hidroksiproline	13.3 - 14.5
Asam glutamat	11.1 - 11.7
Alanin	8.6 - 11.3

e) Parker, A.L. (1982)

Menurut Mark dan Stewart (1957), struktur gelatin adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Struktur kimia gelatin

Ward dan Courts (1977) menyatakan bahwa berat molekul gelatin sebesar 90000, sedangkan Balian dan Bowes (1977) menyatakan bahwa berat molekul gelatin merupakan kelipatan dari 768 atau kelipatan $C_{32}H_{52}O_{12}N_{10}$. Gelatin komersial memiliki berat molekul antara 20000 sampai 70000 (Ward dan Courts, 1977).

Ditinjau dari struktur kimianya yang merupakan suatu polipeptida asam amino, gelatin merupakan suatu senyawa amfoter. Muatan gugus fungsional asam amino dapat berubah positif atau negatif, tergantung dari media di sekitarnya (pelarutnya).

Protein pada kolagen adalah protein serabut. Protein ini memiliki sifat kurang larut, amorf, dapat memanjang dan berkontraksi (Girindra, 1990). Protein serabut ini tidak larut dalam pelarut encer, sukar dimurnikan, susunan molekulnya terdiri dari rantai

molekul yang panjang sejajar dan tidak membentuk kristal (Winarno, 1988).

Digunakannya gelatin dalam pengolahan pangan lebih disebabkan oleh sifat kimia dan fisiknya yang khas daripada nilai gizinya sebagai turunan protein. Gelatin dapat berfungsi sebagai pembentuk gel, pemantap emulsi, pengental, penjernih, pengikat air, pelapis dan pengemulsi (Ward dan Courts, 1977).

Kegunaan gelatin terutama adalah untuk mengubah cairan menjadi padatan yang elastis, atau mengubah bentuk sol menjadi gel. Reaksi pembentukan gel oleh gelatin ini bersifat reversible karena bila gel dipanaskan akan terbentuk sol dan sewaktu didinginkan akan terbentuk gel lagi (Vail, 1978). Keadaan tersebut membedakannya dengan gel dari pektin, low methoxy pektin, alginat, pati, albumin telur dan protein susu yang bentuk gelnya irreversible (Jones, 1977).

Sifat fisik secara umum dan kandungan unsur-unsur mineral tertentu dalam gelatin dapat digunakan untuk menilai mutu gelatin. Standar mutu gelatin menurut SII dapat dilihat pada tabel 6.



Tabel 6. Standar mutu gelatin (SII.0181-78)^f

Karakteristik	Syarat
Warna	tidak berwarna
Bau, rasa	normal (dapat diterima konsumen)
Kadar air	maksimum 16 %
Kadar abu	maksimum 3.25 %
Logam berat	maksimum 50 mg/kg
Arsen	maksimum 2 mg/kg
Tembaga	maksimum 30 mg/kg
Seng	maksimum 100 mg/kg
Sulfit	maksimum 1000 mg/kg

f) Anonymous (1978)

Dalam penggunaan gelatin pada berbagai jenis industri, terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap fungsi gelatin yang harus diperhatikan. Faktor-faktor tersebut adalah konsentrasi, berat molekul, suhu, pH dan penambahan senyawa lain (Meyer, 1982).

Gelatin harus ditangani secara higienis karena mudah terserang oleh mikroorganisme. Selain itu penambahan atau adanya senyawa lain juga dapat merusak gelatin, misalnya adanya asam dan enzim proteolitik. Enzim proteolitik akan merusak atau menguraikan protein gelatin, sedangkan asam dapat menggumpalkan protein sehingga fungsinya menjadi terganggu (Ward dan Courts, 1977).

C. PROSES PEMBUATAN GELATIN

Pada prinsipnya proses pembuatan gelatin dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu proses asam dan proses basa. Perbedaan kedua proses ini terletak pada proses perendamannya.

Proses ekstraksi gelatin dari kolagen terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama adalah penghilangan kandungan-kandungan non kolagen atau anorganik. Tahap kedua adalah konversi kolagen menjadi gelatin dengan pemanasan dalam air dan tahap ketiga adalah penyempurnaan gelatin (Fennema, 1985). Sedangkan menurut Hadiwiyoto (1983), pengolahan gelatin meliputi tahap-tahap pengecilan ukuran, perendaman, ekstraksi, penyaringan, pencucian, pemanasan, pemekatan, pendinginan dan pengeringan.

Menurut Hinterwaldner (1977), tahap-tahap pembuatan gelatin dari kolagen tulang sapi meliputi pembersihan dan reduksi ukuran tulang, degreasing, demineralisasi, liming, ekstraksi, pemekatan, pengeringan dan pengecilan ukuran.

Degreasing adalah proses penghilangan lemak. Menurut Mueller (1976), penghilangan lemak pada tulang efektif dilakukan pada suhu antara suhu cair lemak dan suhu koagulasi albumin tulang, yaitu antara 32 - 80°C.

Demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan garam kalsium dan garam-garam lainnya sehingga diperoleh ossein. Di dalam ossein selain kolagen, terdapat mukopolisakarida dan protein lainnya (Hinterwaldner, 1977). Demineralisasi dilakukan selama 10 - 14 hari dalam wadah tahan asam. Asam yang biasa digunakan adalah HCl dengan konsentrasi antara 4 - 7 persen (Hadiwiyo, 1983). Sedangkan menurut Hinterwalder (1977), perendaman dalam asam ini sebaiknya dilakukan dalam wadah tahan asam selama beberapa hari sampai dua minggu. Asam yang biasa digunakan adalah asam sulfat, asam sulfit, asam fosfat dan asam klorida, tetapi yang paling baik dan umum digunakan adalah asam klorida.

Menurut Hinterwaldner (1977), kalsium dalam tulang terutama dalam bentuk kalsium fosfat, dalam larutan HCl terurai menjadi Ca^{2+} dan asam fosfat. Reaksinya adalah sebagai berikut :



Liming adalah proses perendaman tulang dalam larutan kalsium hidroksida dengan konsentrasi antara 5 - 15 persen selama 2 - 8 minggu (Hadiwiyo, 1983). Proses ini bertujuan untuk melarutkan komponen non kolagen dan untuk melunakkan ossein. Ossein yang lunak akan memudahkan proses ekstraksi, karena larutan gelatin mudah terbentuk. Selama proses perendaman ossein



dalam larutan kapur akan terjadi hidrolisis gugus amida kolagen yang berakibat menurunkan titik isoelektrik gelatin yang dihasilkan, destruksi gugus guanidin arginin dan diubah menjadi ornithin dan urea serta sebagian kecil citrulin (Mrak dan Stewart, 1957).

Perubahan lain yang terjadi selama liming adalah pemutusan ikatan hidrogen dan ikatan elektrostatik, serta pembukaan struktur "koil" kolagen (Bowes dan Kenten, 1950). Selama proses liming, beberapa ikatan kovalen antar rantai kolagen dapat terputus. Bila proses liming tidak dilakukan dengan tepat (waktu dan konsentrasinya), dapat terjadi kelarutan kolagen dalam larutan kapur. Hal ini dapat menyebabkan penurunan rendemen gelatin yang dihasilkan. Pembebasan amonia pada gugus amida dari sisa glutamin dan asparagin membebaskan gugus karboksil dan menurunkan titik isoelektrik pada rantai polipeptida. Reduksi dalam ikatan tersebut menyebabkan terjadinya *Donnan swelling* pada pH tinggi dan mempengaruhi perubahan tekstur (Ward dan Courts, 1977).

Selama proses liming dapat terjadi penyabunan dengan Ca^{2+} akibat sisa lemak yang terdapat di tulang. Hal ini dapat mengurangi kemurnian gelatin yang dihasilkan (King, 1969).

Ekstraksi adalah proses denaturasi untuk mengubah kolagen menjadi gelatin dengan penambahan senyawa

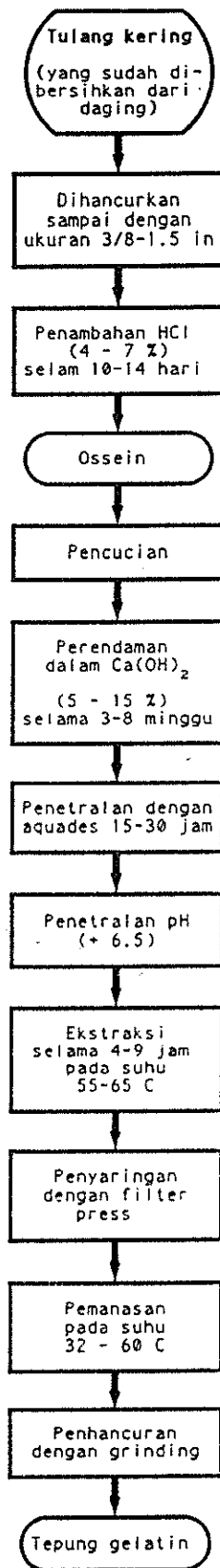


Pada tahap pengeringan selanjutnya diperlukan tekanan uap udara pengering yang lebih rendah (Hinterwaldner, 1977).

Pengecilan ukuran dapat dilakukan sebelumnya untuk lebih memperluas permukaan bahan sehingga proses dapat berlangsung lebih cepat dan sempurna. Hal yang juga harus diperhatikan dalam perendaman ini adalah proses pengadukan yang harus dilakukan secara berkala dalam periode tertentu. Selain itu jika diperlukan juga dilakukan penggantian bahan perendam dengan bahan perendam baru (Loesecke, 1955).

Dalam prakteknya terdapat banyak cara untuk memproduksi gelatin walaupun prinsip yang digunakan sama. Perbedaan terletak pada jenis dan konsentrasi asam dar. basa, lamanya perendaman, suhu dan pH serta waktu ekstraksi. Pada Gambar 4 dapat dilihat contoh diagram alir proses pembuatan gelatin.





Gambar 4. Diagram alir pembuatan gelatin (Mark dan Stewart, 1957)

Proses pembuatan gelatin yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Perlakuan Awal

Setelah bahan baku dibersihkan dari sisa-sisa daging yang menempel, dilakukan *degreasing* (proses penghilangan lemak) dengan direndam dalam air mendidih dengan suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama 5 jam. Sesudah itu dihancurkan hingga berukuran sebesar kerikil ($\pm 4 \text{ cm}^2$).

Sisa lemak yang terdapat pada tulang dapat menyebabkan penyabunan dengan Ca^{2+} selama proses liming yang dapat menurunkan mutu gelatin yang dihasilkan.

Selama proses *degreasing*, dilakukan pengadukan secara kontinu untuk mengefektifkan pemisahan lemak.

b. Perlakuan Asam (Demineralisasi)

Bahan baku yang sudah hancur, direndam dalam larutan HCL sebesar 4.0 persen, 6.0 persen dan 8.0 persen selama 2 minggu pada suhu kamar.



C. ANALISA

Analisa yang dilakukan meliputi prosentase rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein, derajat putih, viskositas, kekuatan gel, pH, kapasitas emulsi, dan stabilitas emulsi.

1. Rendemen (AOAC, 1970)

Rendemen diperoleh dari perbandingan berat kering gelatin yang dihasilkan dengan berat kering tulang yang diekstrak.

$$\text{Rendemen (\% bk)} = \frac{\text{berat kering gelatin}}{\text{berat kering tulang}} \times 100 \%$$

2. Kadar Air (Metoda oven; AOAC, 1984)

Tepung gelatin sebanyak satu gram ditambah dengan air suling dan dibiarkan mengembang, lalu dipanaskan di atas penangas air hingga homogen. Pemanasan dilanjutkan hingga sebagian besar air menguap.

Sisa penguapan dikeringkan pada suhu 105°C selama dua jam dan dilanjutkan tiap 30 menit hingga bobotnya tetap. Kadar air dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$\text{K. air (\% bk)} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat kering}}{\text{berat akhir sample}} \times 100 \%$$

3. Kadar Abu (Fardiaz et al., 1986).

Sebanyak lima gram tepung gelatin dimasukkan dalam cawan porselen, dipanaskan dengan hati-hati lalu diabukan pada suhu kurang dari 450°C hingga terjadi pengabuan sempurna, kemudian dilakukan pendinginan dan ditimbang. Pemanasan diulangi hingga bobotnya tetap.

4. Kadar Protein (Mikro Kjeldahl; Fardiaz et al., 1986)

Sample sejumlah 0.02 - 0.05 gram dimasukkan dalam labu Kjeldahl 100 ml kemudian ditambah 2 - 3 gram katalis (1 gram Na_2SO_4 dan 1 gram CuSO_4) dan 2 - 3 ml H_2SO_4 pekat, lalu dilakukan destruksi di ruang asam hingga larutan menjadi jernih.

Larutan yang sudah jernih tersebut didinginkan dan ditambah aquades sebanyak 35 ml dan 10 ml NaOH 50 persen. Larutan akan berwarna hijau jernih. Larutan ini didestilasi dan destilatnya ditampung dalam erlenmeyer berisi HCl 0.02 N dan 2 tetes MR dan MB (Mengsel) sampai volumenya mencapai 50 ml.

Larutan yang berwarna ungu tersebut di titrasi dengan NaOH 0.02 N sampai warnanya berubah menjadi hijau.

Untuk blanko dikerjakan dengan cara yang sama, tanpa menggunakan sample. Kadar protein yang ter-

kandung dalam sample dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P = 5.46 \times \frac{(\text{blanko-sample}) \times N \text{ HCl} \times 14.007}{\text{mg sample}} \times 100 \%$$

5. Derajat Putih (Fardiaz et al., 1986)

Alat yang digunakan untuk mengukur derajat putih adalah *Photovolt Sekerei A4 No. 54*. Prinsip kerja alat ini berdasarkan penggunaan nilai trismulus seperti mata manusia yang memiliki tiga jenis sel penglihatan untuk menghasilkan perasaan warna.

Dari layar penunjuk terlihat tiga angka, tingkat kecerahan (L), warna merah untuk a yang berarti a positif, warna hijau untuk a negatif, warna kuning untuk b positif dan warna biru untuk b negatif. Derajat putih dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$W = 100 - (100 - L) + (a + b)$$

6. Viskositas (British Standard 757)

Sampel sebanyak 6.67 g dilarutkan dengan aquades pada labu takar sampai mencapai volume 100 ml, kemudian dipanaskan pada suhu 60°C, kemudian diukur viskositasnya dengan menggunakan "spindel" no 6 dan kecepatan putarnya 60 rpm. Viskositasnya (cp)

adalah 5 (faktor konversi) dikalikan dengan angka hasil pengukuran.

7. Kekuatan Gel (British Standard 757)

Sampel sebanyak 6.67 g dilarutkan dalam aquades sampai mencapai volume 100 ml dalam labu takar, kemudian dipindahkan ke dalam gelas piala 100 ml dan didinginkan pada suhu 10°C selama 17 jam. Selanjutnya dianalisis menggunakan Curd Meter Model M 301 AA, dari grafik yang diperoleh ditentukan kekuatan gelnya sebagai berikut :

$$\text{Kekuatan Gel (dyne/cm}^2\text{)} = \frac{A \times B}{100 C} \times 960$$

A = tinggi kurva sebelum patah

B = berat beban (g)

C = luas permukaan penekan (cm²)

8. Derajat Keasaman (pH) (Sudarmadji et al., 1984)

Sejumlah sample dilarutkan dalam aquades, kemudian diukur derajat keasamannya dengan pH-meter. Sebelum digunakan, pH-meter dikalibrasi terlebih dahulu.



9. Kapasitas Emulsi (Beuchat, 1977)

Sebanyak 2 gram sample diencerkan dalam labu takar dengan aquades sampai volumenya 200 ml, lalu diblender sambil ditambah dengan minyak jagung sampai minyak tidak teremulsikan.

Jumlah minyak yang ditambahkan dinyatakan sebagai kapasitas emulsi (ml/g).

10. Stabilitas Emulsi (Acton dan Saffle, 1970)

Sejumlah bahan emulsi dimasukkan dalam wadah yang sudah ditimbang. Wadah dan bahan tersebut dimasukkan dalam oven dengan suhu 45°C selama 1 jam, kemudian dimasukkan dalam pendingin bersuhu dibawa 0°C selama 1 jam, lalu dipanaskan dalam oven dengan suhu 45°C dan dibiarkan sampai beratnya konstan. Stabilitas emulsi dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$SE (\%) = \frac{\text{berat fase yang tersisa}}{\text{berat total bahan emulsi}} \times 100 \%$$

Makin besar nilai SE, makin tinggi stabilitas emulsinya.

D. RANCANGAN PERCOBAAN

Model persamaan yang digunakan adalah faktorial 3^2 . Eksperimen faktorial ini meliputi dua buah faktor,



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PENELITIAN PENDAHULUAN

Hasil analisa proksimat pada *femur* tulang sapi segar menunjukkan hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Analisa proksimat tulang sapi

Komponen	Analisa (persen)	Johns (1977) (persen)
Air	11.51	14 - 44
Abu	51.28	16 - 33
Protein	25.29	1 - 27
Lemak	10.92	25 - 56

Komposisi tulang, selain tergantung pada species dan umur sapi, juga tergantung pada tipe tulang yang digunakan. Tulang *femur* sapi termasuk tulang yang kompak. Jenis tulang ini dipilih dengan alasan pada tulang yang kompak komposisinya relatif stabil dan mudah dipisahkan dari jaringan yang ada di sekitarnya sehingga baik digunakan sebagai sumber kolagen (Johns, 1977).

Tulang *femur* ini diperoleh dari rumah pemotongan hewan, karena menurut Hinterwaldner (1977), tulang jenis ini (*Slaughterhouse bone*) lebih sedikit kontaminannya dan cocok untuk produksi gelatin.

Dari studi pustaka diperoleh kisaran rata-rata konsentrasi HCl dalam demineralisasi 4.0 - 7.0 persen.

Sedangkan kisaran rata-rata konsentrasi Ca(OH)_2 dalam liming 5 - 15 persen. Penentuan konsentrasi yang digunakan dalam penelitian utama dilakukan secara acak dengan angka di sekitar kisaran tersebut.

Hasil analisa pengaruh perbedaan waktu demineralisasi terhadap garam-garam phosphat dan kalsium serta sisa-sisa lemak dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Jumlah mineral terlarut selama demineralisasi

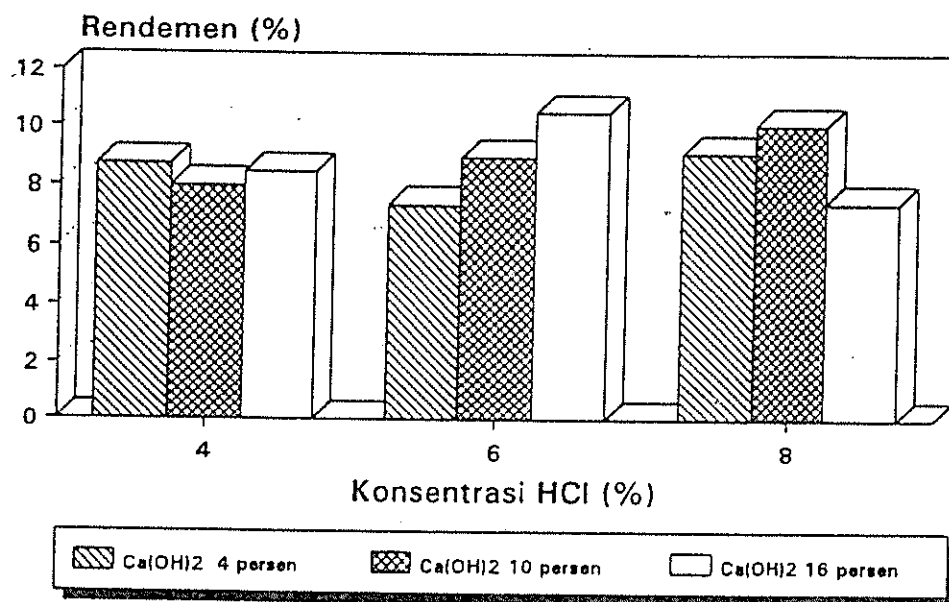
Waktu (hari)	Σ mineral terlarut (persen)
10	29.30
14	29.33

Peningkatan waktu pelarutan tidak mempengaruhi jumlah garam yang terlarut, sehingga waktu demineralisasi yang dipilih adalah 10 hari. Jumlah mineral yang tersisa dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia gelatin yang dihasilkan.

Pemilihan waktu yang lebih cepat akan menguntungkan karena dapat mempercepat waktu produksi, selain itu menghemat tenaga yang digunakan untuk pengadukan secara kontinu selama perendaman.



ikatan kovalen. Dalam proses ini terjadi pengembangan molekul protein yang akan membuka gugus reaktif pada rantai polipeptida. Selanjutnya akan terjadi pengikatan kembali pada gugus reaktif yang sama atau yang berdekatan hingga tidak lagi terdispersi sebagai suatu koloid (mengalami koagulasi). Bila cairan terpisah dari protein yang terkoagulasi itu protein akan mengendap (Winarno, 1988). Pengaruh konsentrasi dalam demineralisasi dan liming terhadap rendemen dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH)₂] terhadap rendemen

Rendemen yang diperoleh antara 7.38 - 10.52 persen (bk). Hasil analisa sidik ragam menunjukkan interaksi konsentrasi HCl dan Ca(OH)₂ berpengaruh nyata terhadap rendemen yang dihasilkan.

Pada perlakuan perendaman dengan HCl 4 persen, garam kalsium dan garam-garam mineral lainnya serta sisa-sisa lemak yang menempel pada tulang masih terdapat dalam jumlah yang cukup tinggi. Penghilangan komponen tersebut sebagai tujuan dari proses demineralisasi belum maksimal. Selain itu pembukaan struktur koil dari kolagen dengan perendaman dengan Ca(OH)_2 4 persen masih kurang sehingga kadar komponen non kolagen yang tidak terlarutkan, cukup tinggi. Pada perlakuan perendaman dengan 4 persen HCl dan 10 persen Ca(OH)_2 , jumlah komponen non kolagen yang terlarutkan semakin banyak sehingga menghasilkan rendemen yang lebih sedikit, 7.98 persen. Proses liming dengan 16 persen Ca(OH)_2 , jumlah rendemen yang dihasilkan sebesar 8.46 persen. Tingkat pembukaan struktur koil yang semakin tinggi menyebabkan jumlah kolagen yang terekstrak semakin banyak. Selain itu peningkatan jumlah rendemen juga dipengaruhi oleh kapur yang ikut terbawa dalam hasil akhir.

Dari hasil uji lanjut, pada penggunaan konsentrasi HCl 6 persen, peningkatan jumlah rendemen berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi Ca(OH)_2 yang digunakan, berarti tujuan proses demineralisasi sudah tercapai. Hal ini berpengaruh terhadap proses liming. Perendaman dengan 16 persen



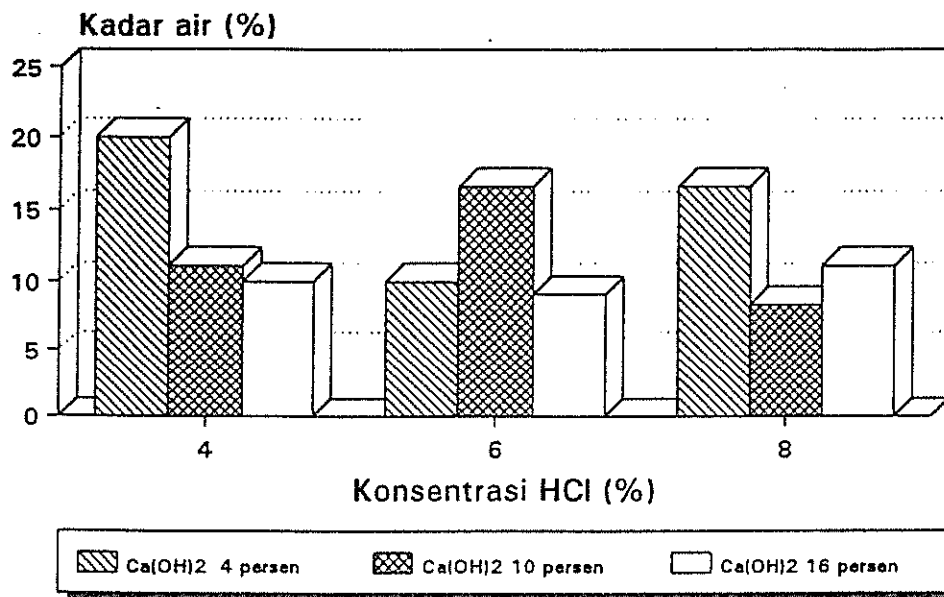
Ca(OH)_2 menunjukkan jumlah rendemen terbesar karena karena pada kombinasi ini pemutusan ikatan hidrogen dan pembukaan struktur koil kolagen berlangsung dengan baik.

Dari uji lanjut pada penggunaan konsentrasi HCl 8 persen, proses liming yang menggunakan 10 persen Ca(OH)_2 menunjukkan hasil jumlah rendemen yang tertinggi, yaitu 10.08 persen. Sedangkan pada penggunaan 16 persen Ca(OH)_2 terjadi penurunan, menjadi 7.46 persen.

Penggunaan 8 persen HCl menyebabkan banyak jaringan fibril kolagen yang rusak sehingga jumlah komponen kolagen yang terlarut selama perendaman menjadi tinggi. Pada perlakuan 10 persen Ca(OH)_2 sebagai proses lanjutan, peruraian protein sebagai komponen penyusun kolagen akibat pemutusan ikatan hidrogen dan pembukaan struktur koil dari kolagen tidak terlalu tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan 16 persen Ca(OH)_2 sehingga jumlah rendemen yang dihasilkan lebih banyak.

Jumlah rendemen terbesar dihasilkan oleh kombinasi konsentrasi HCl 6 persen dan konsentrasi Ca(OH)_2 16 persen. Pada perlakuan perendaman dengan HCl 6 persen, tingkat pelarutan garam-garam mineral dan sisa-sisa lemak cukup tinggi sehingga membantu proses selanjutnya. Pada perendaman dengan 16





Gambar 7. Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH)₂] terhadap kadar air

Uji lanjut terhadap pengaruh interaksi antara taraf konsentrasi HCl 4 persen dengan ketiga taraf konsentrasi Ca(OH)₂ pada kadar air menunjukkan antara taraf konsentrasi Ca(OH)₂ 10 persen dengan 16 persen tidak berbeda nyata. Sedangkan antara keduanya dengan taraf 4 persen menunjukkan beda nyata. Pada interaksi taraf konsentrasi 4 persen HCl dengan 4 persen Ca(OH)₂, ikatan rantai asam amino masih kuat karena tingkat pemutusan rantai hidrogen yang rendah sehingga kadar air menjadi tinggi. Rantai asam amino gelatin berikatan dengan rantai lainnya secara acak sambil memerangkap air di dalam ikatan tersebut sehingga kadar air keseimbangannya menjadi lebih tinggi (Traub dan Piez, 1971).

persen $\text{Ca}(\text{OH})_2$, terjadi peningkatan pembukaan struktur koil yang menyebabkan jumlah kolagen yang terekstrak semakin banyak. Selain itu peningkatan jumlah rendemen juga dipengaruhi oleh kapur yang ikut terbawa dalam hasil akhir. Selama proses liming terjadi hidrolisis gugus amida kolagen (Mrak dan Stewart, 1957), pemutusan ikatan hidrogen serta pembukaan struktur koil kolagen (Bowes dan Kenten, 1950). Konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang semakin tinggi (16 persen), menyebabkan hidrolisis gugus amida kolagen menjadi lebih sempurna sehingga rendemen yang dihasilkan bertambah.

2. Kadar Air

Kadar air tertinggi (20.00 persen) dari tepung gelatin diperoleh dari hasil interaksi taraf konsentrasi HCl 4 persen dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 4 persen. Sedangkan kadar air terendah (8.33 persen) terdapat pada hasil interaksi taraf konsentrasi HCl 8 persen dan 10 persen $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Pengaruh konsentrasi dalam proses demineralisasi dan liming terhadap kadar air dapat dilihat pada gambar 7.



Hasil uji lanjut pada interaksi taraf konsentrasi HCl 6 persen dengan tiga taraf konsentrasi Ca(OH)_2 menunjukkan perbedaan yang nyata. Dari interaksi dengan konsentrasi Ca(OH)_2 4 persen hingga 10 persen terjadi peningkatan kadar air karena gugus polar asam amino bebas semakin banyak dan pemutusan ikatan hidrogen yang rendah, kemudian dari taraf 10 persen hingga 16 persen terjadi penurunan kadar air yang disebabkan terjadi penghambatan terhadap gugus polar bebas dan tingkat pemutusan rantai hidrogen yang meningkat.

Interaksi HCl 8 persen dengan 10 persen menunjukkan kadar air paling rendah karena tingkat pemutusan ion hidrogen sudah mencapai optimum sehingga jumlah gugus polar asam amino bebas hanya sedikit.

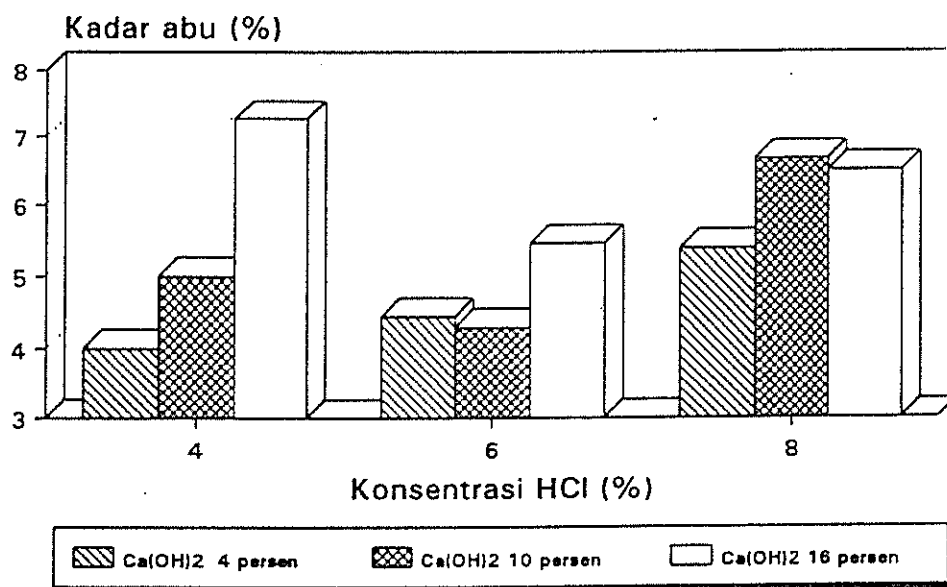
3. Kadar Abu

Dari hasil pengukuran kadar abu, diperoleh nilai sebesar 4.00 - 7.27 persen.

Kadar abu yang diperoleh dari semua interaksi perlakuan konsentrasi demineralisasi dan liming tidak memenuhi standar mutu gelatin berdasarkan SII.0181-78, maksimum 3.25 persen. Tetapi lebih rendah bila dibandingkan dengan kadar abu gelatin komersial gelatin komersial (9.82 persen). Selain pengaruh dari interaksi kedua perlakuan konsentrasi

selama proses demineralisasi dan liming, faktor lain yang ikut berpengaruh adalah metoda penyaringan yang dilakukan. Dalam proses pembuatan gelatin ini metoda penyaringan yang digunakan adalah penggunaan hidraulik press dan kain saring. Pada proses ini banyak serbuk ossein yang terbawa dalam filtrat gelatin. Serbuk ossein yang halus lolos dari kain saring, membentuk endapan pada saat tepung gelatin diubah menjadi padatan yang elastis (gel). Penyaringan yang kurang baik ini menyebabkan tingginya kadar abu pada gelatin yang dihasilkan.

Pengaruh konsentrasi dalam proses demineralisasi dan liming terhadap kadar abu dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH)₂] terhadap kadar abu

Pada perlakuan konsentrasi 4 persen HCl, antar perlakuan konsentrasi Ca(OH)_2 menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar abu. Kadar abu tertinggi pada perlakuan konsentrasi 16 persen Ca(OH)_2 , sebesar 7.27 persen. Sedangkan terendah sebesar 4.00 persen pada perlakuan konsentrasi 4 persen Ca(OH)_2 .

Kombinasi perlakuan HCl dengan konsentrasi 4 persen dengan Ca(OH)_2 4 persen menunjukkan kadar abu yang paling rendah. Pada perlakuan ini, garam-garam mineral, garam kalsium, sisa-sisa lemak serta komponen non kolagen lainnya banyak yang terlarut. Laju pelarutan ion kalsium dan fosfat yang berada di permukaan tulang tinggi karena dengan penambahan konsentrasi asam, struktur jaringan serabut pada tulang terbuka. Sehingga dalam waktu perendaman selama dua minggu, jumlah komponen-komponen tersebut dalam tulang menurun dengan cepat.

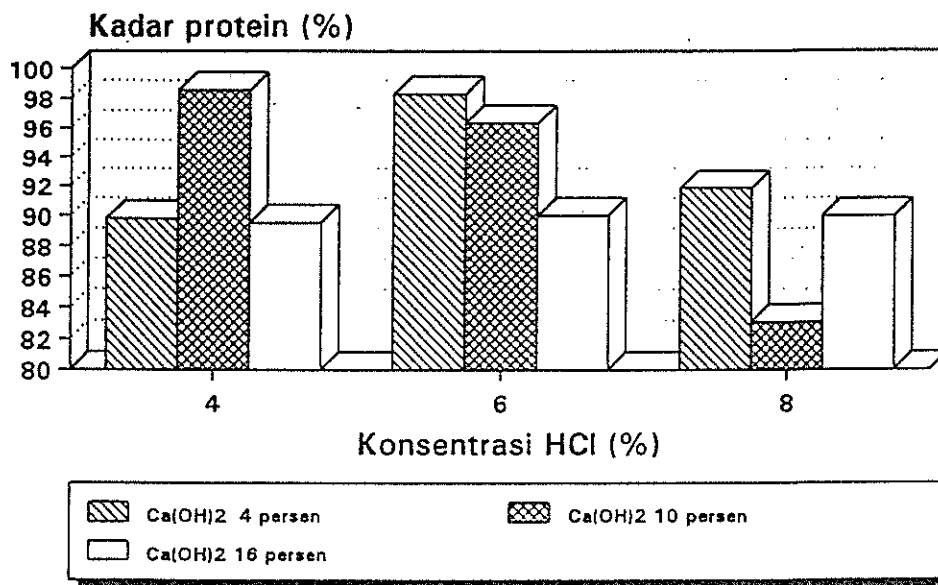
Tepung gelatin yang memiliki kadar abu tertinggi dihasilkan dari kombinasi konsentrasi HCl 4 persen dan Ca(OH)_2 16 persen. Kadar abu meningkat, berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi Ca(OH)_2 . Hal ini disebabkan oleh terikatnya kapur dalam jaringan serabut sehingga ikut terekstrak bersama kolagen dalam proses ekstraksi karena konsentrasi Ca(OH)_2 yang tinggi.

Pada perlakuan konsentrasi 6 persen HCl, hasil analisa sidik ragam lanjutan menunjukkan antara perlakuan konsentrasi 4 persen dan 10 persen Ca(OH)_2 memberikan pengaruh yang tidak nyata, tetapi keduanya menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 16 persen Ca(OH)_2 .

Hasil analisa sidik ragam lanjutan pengaruh perlakuan konsentrasi Ca(OH)_2 terhadap kadar abu pada konsentrasi HCl 8 persen menunjukkan antara konsentrasi Ca(OH)_2 10 persen dan 16 persen memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata. Sedangkan keduanya menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan perlakuan 4 persen Ca(OH)_2 . Hal ini berarti pada perlakuan konsentrasi HCl 8 persen, peningkatan konsentrasi Ca(OH)_2 disertai peningkatan kadar abu yang sudah mencapai tingkat kestabilan.

4. Kadar Protein

Kadar protein hasil analisa berkisar antara 83.06 - 98.54 persen. Hasil analisa sidik ragam menunjukkan kadar protein dipengaruhi oleh interaksi perlakuan konsentrasi HCl dan konsentrasi Ca(OH)_2 . Pengaruh pada tiap taraf menunjukkan perbedaan yang nyata. Pengaruh konsentrasi dalam demineralisasi dan liming dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH)₂] terhadap kadar protein

Hasil analisa sidik ragam lanjutan terhadap pengaruh interaksi konsentrasi HCl 4 persen dengan tiga taraf perlakuan konsentrasi Ca(OH)₂ terhadap kadar protein menunjukkan antara perlakuan konsentrasi 4 persen dan 16 persen tidak berbeda nyata. Sedangkan kedua perlakuan tersebut menunjukkan perlakuan yang berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 10 persen. Perlakuan konsentrasi Ca(OH)₂ 10 persen menghasilkan kadar protein tertinggi, yaitu sebesar 98.54 persen. Pada kombinasi perlakuan ini, laju pelarutan ion kalsium dan fosfat, tingkat pemutusan ikatan hidrogen serta pembukaan struktur koil dari kolagen lebih baik bila dibandingkan dengan kedua kombinasi lainnya.

Hasil analisis sidik ragam lanjutan pengaruh perlakuan Ca(OH)_2 terhadap kadar protein pada perlakuan HCl pada taraf konsentrasi 6 persen menunjukkan antara taraf konsentrasi Ca(OH)_2 4 persen dengan 10 persen tidak terdapat perbedaan yang nyata. Sedangkan antara kedua taraf tersebut dengan taraf 16 persen menunjukkan perbedaan yang nyata. Kombinasi terbaik adalah dengan taraf konsentrasi Ca(OH)_2 4 persen. Karena dengan konsentrasi yang lebih rendah memberikan hasil yang tidak berbeda nyata.

Hasil analisa sidik ragam lanjutan pengaruh taraf konsentrasi Ca(OH)_2 terhadap kadar protein pada konsentrasi HCl 8 persen menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Peningkatan konsentrasi Ca(OH)_2 diikuti dengan penurunan kadar protein kemudian terjadi peningkatan kembali. Pada taraf konsentrasi Ca(OH)_2 16 persen tingkat pemutusan ikatan hidrogen lebih rendah bila dibandingkan dengan taraf konsentrasi 10 persen, kadar proteinnya lebih tinggi. Pada taraf konsentrasi 4 persen, kadar protein yang dihasilkan paling tinggi. Sehingga taraf konsentrasi Ca(OH)_2 yang terbaik pada perlakuan HCl pada taraf 8 persen.

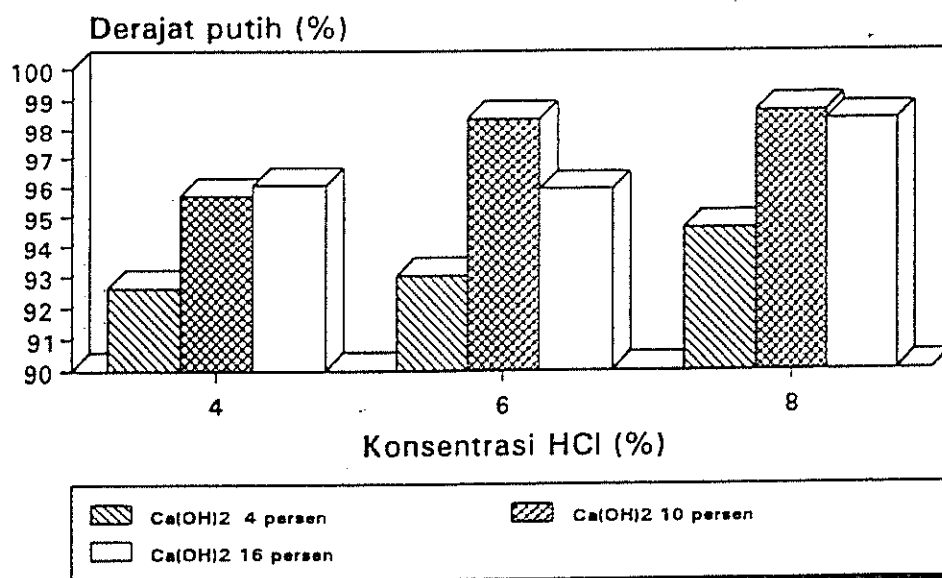
Kombinasi perlakuan konsentrasi HCl 4 persen dan Ca(OH)_2 10 persen menghasilkan tepung gelatin dengan kadar protein tertinggi, yaitu sebesar 98.54

persen. Pada kombinasi perlakuan ini, laju pelarutan ion kalsium dan fosfat, tingkat pemutusan ikatan hidrogen serta pembukaan struktur koil dari kolagen paling tinggi.

Kadar protein paling rendah terdapat pada tepung gelatin hasil kombinasi perlakuan konsentrasi HCl 8 persen dan Ca(OH)_2 10 persen. Penggunaan 8 persen HCl menyebabkan ion kalsium dan fosfat yang tersisa tinggal sedikit sehingga laju pelarutan menjadi turun.

5. Derajat Putih

Hasil analisa menggunakan *Photopholt* menunjukkan derajat putih antara 92.63 - 98.68 persen. Pengaruh konsentrasi dalam demineralisasi dan liming terhadap derajat putih dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Pengaruh [HCl] dan $[\text{Ca(OH)}_2]$ terhadap derajat putih

Analisa sidik ragam menunjukkan kombinasi antara taraf perlakuan dalam demineralisasi dengan liming tidak menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata.

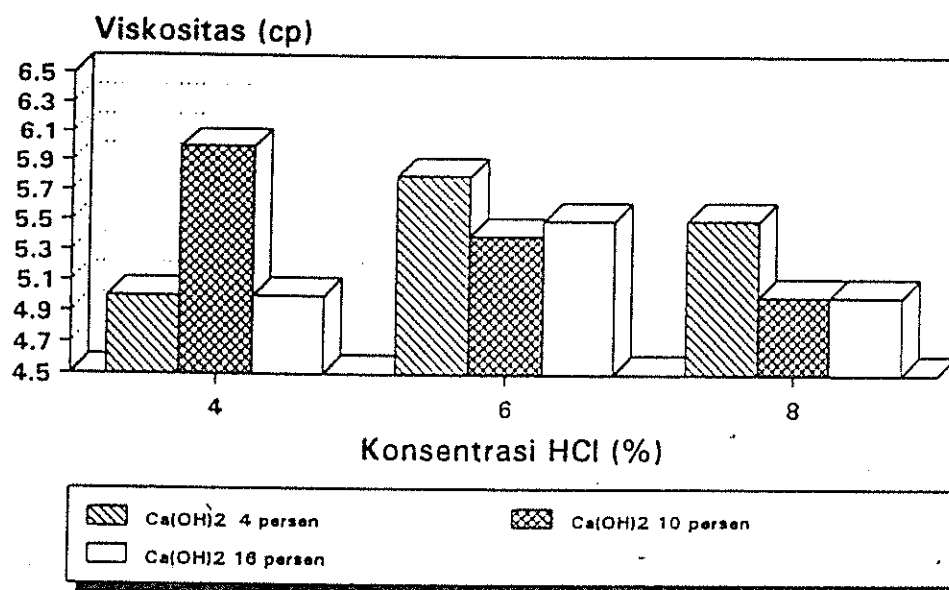
Bila dibandingkan dengan gelatin komersial, derajat putih tepung gelatin hasil penelitian memiliki derajat putih yang lebih tinggi. Dalam proses demineralisasi terjadi pelarutan komponen-komponen non kolagen yang dapat mempengaruhi warna rendemen gelatin yang dihasilkan. Tingkat pelarutan komponen tersebut semakin meningkat dengan peningkatan konsentrasi HCl yang digunakan. Selain itu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang ikut terbawa dalam larutan gelatin dapat mempengaruhi warna tepung gelatin yang dihasilkan.

6. Viskositas

Analisa terhadap viskositas menunjukkan hasil antara 5.00 - 6.00.

Menurut Stainsby (1977) viskositas berhubungan dengan berat molekul rata-rata gelatin (mendekati linear). Sedangkan berat molekul rata-rata gelatin berhubungan langsung dengan panjang rantai asam aminonya. Semakin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan, rantai asam amino strukturnya semakin terbuka menyebabkan rantai tersebut semakin pendek dan terjadi penurunan viskositas.

Pengaruh konsentrasi dalam demineralisasi dan liming dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH)₂] terhadap viskositas

Pada konsentrasi HCl 4 persen, rantai asam aminonya masih panjang karena tingkat pembukaan struktur rantai tersebut masih rendah, sedangkan dari uji sebelumnya taraf konsentrasi Ca(OH)₂ tidak memberi pengaruh yang nyata. Nilai tertinggi diperoleh dari kombinasi perlakuan konsentrasi HCl 4 persen dan Ca(OH)₂ 10 persen, tetapi hasil analisa sidik ragam tidak berbeda nyata sehingga kombinasi terbaik yang dipilih adalah pada taraf perlakuan konsentrasi HCl 4 persen adalah dengan 4 persen.

Hasil analisa sidik ragam lanjutan pengaruh taraf konsentrasi Ca(OH)_2 terhadap viskositas pada taraf perlakuan konsentrasi HCl 6 persen menunjukkan antara taraf konsentrasi Ca(OH)_2 10 persen dan 16 persen tidak berbeda nyata sedangkan antara kedua taraf tersebut dengan taraf perlakuan 4 persen terdapat perbedaan yang nyata. Hal ini disebabkan pada taraf konsentrasi HCl 6 persen, peningkatan konsentrasi Ca(OH)_2 memiliki pengaruh terhadap pembukaan struktur rantai asam aminonya sampai pada konsentrasi 10 persen. Kombinasi terbaik pada taraf konsentrasi HCl 6 persen ini adalah dengan Ca(OH)_2 10 persen.

Hasil analisis sidik ragam lanjutan pengaruh taraf perlakuan Ca(OH)_2 terhadap viskositas pada taraf konsentrasi HCl 8 persen tidak menunjukkan beda nyata karena pada taraf konsentrasi ini, rantai asam aminonya sudah menjadi pendek akibat tingkat pembukaan struktur rantai asam amino sudah mencapai titik optimal.

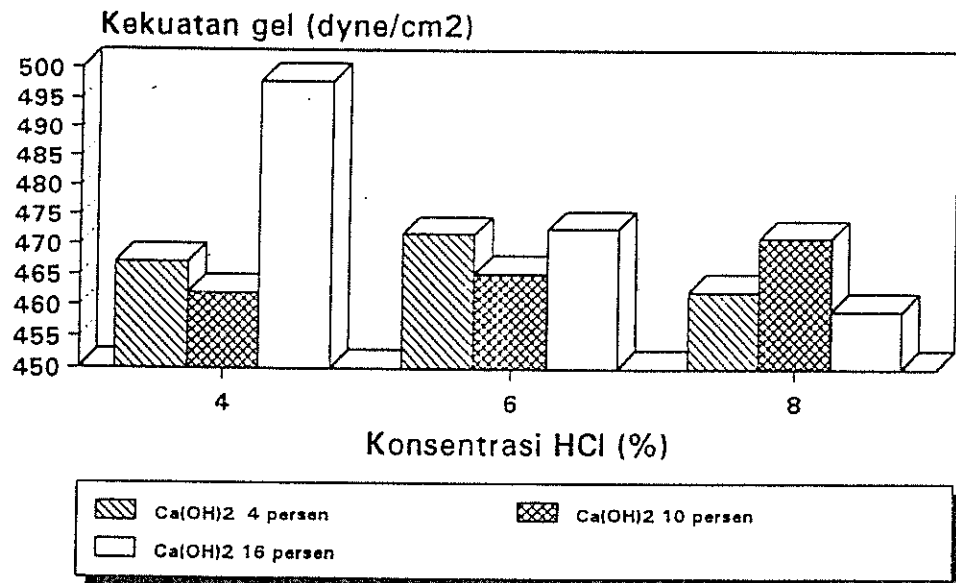
7. Kekuatan Gel

Kekuatan gel yang diperoleh dari penelitian ini antara 459.165 - 497.910 dyne/cm². Menurut Stainsby (1977), kekuatan gel gelatin berhubungan dengan panjang rantai asam aminonya. Semakin panjang



rantai asam amino gelatin, kekuatan gelnya semakin meningkat karena *micelle* yang dibentuk gelatin kuat.

Kekuatan gel yang diperoleh cukup tinggi, karena kadar abu pada gelatin yang dihasilkan juga cukup tinggi. Peningkatan kekuatan gel ini juga disebabkan oleh peningkatan kadar abu gelatin yang terdiri dari ion kalsium dan fosfat. Menurut Zabik et al. (1962), ion-ion polivalen bersifat memperkuat kekuatan gel gelatin dengan cara berikatan elektrostatis dengan gugus karboksil bebas gelatin. Pengaruh konsentrasi dalam demineralisasi dan liming terhadap kekuatan gel dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH)₂] terhadap kekuatan gel

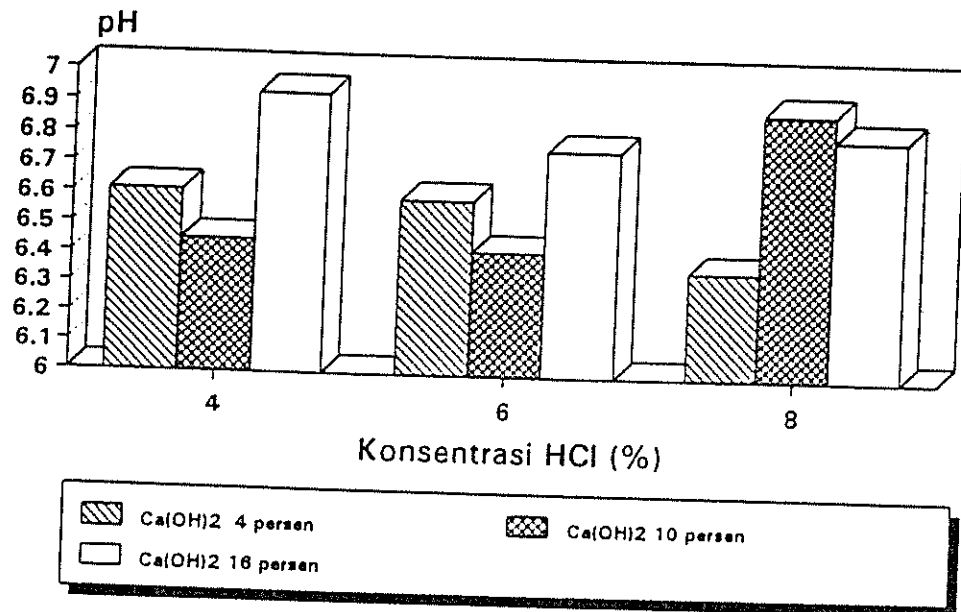
Pengaruh interaksi antara konsentrasi demineralisasi dan liming yang berbeda hanya terdapat pada interaksi taraf perlakuan HCl 4 persen dengan Ca(OH)_2 4 persen atau 10 persen dengan Ca(OH)_2 16 persen. Interaksi HCl 4 persen dengan Ca(OH)_2 16 persen, sudah melewati titik optimum pemutusan ikatan hidrogen dan hidrolisis gugus amida kolagen sehingga jumlah kapur yang terlarut cukup tinggi. Akibatnya kadar abu meningkat dan hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan kekuatan gel.

8. Derajat Keasaman

Nilai pH yang didapat dari analisa berkisar antara 6.36 - 6.93. Karena derajat keasaman cenderung netral, gelatin ini bersifat stabil dan penggunaannya lebih luas.

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan antara taraf konsentrasi HCl selama demineralisasi dengan pH gelatin yang dihasilkan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Sesudah proses perendaman dalam HCl dilakukan pencucian yang menetralkan kembali pH dari ossein sebelum dilanjutkan dengan proses liming.

Pengaruh konsentrasi dalam demineralisasi dan liming terhadap pH dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH)₂] terhadap pH

Hasil analisa sidik ragam pengaruh taraf konsentrasi Ca(OH)₂ terhadap pH pada taraf perlakuan HCl 4 persen menunjukkan antara taraf konsentrasi Ca(OH)₂ 4 persen dan 10 persen tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, perbedaan yang nyata ditunjukkan antara keduanya dengan taraf 16 persen. Pada konsentrasi 16 persen Ca(OH)₂ terjadi kelebihan yang tidak ikut berperan dalam pemutusan ikatan hidrogen dan pembukaan struktur koil, sehingga menjadi sisa yang terbawa dalam larutan kolagen dan memberi pengaruh terhadap derajat keasaman.

Hasil analisa sidik ragam lanjutan pengaruh taraf konsentrasi Ca(OH)₂ terhadap pH pada taraf konsentrasi HCl 6 persen tidak menunjukkan perbedaan

yang nyata. Pada taraf ini semua kombinasi menunjukkan titik optimum sehingga tidak terdapat sisa bahan perendam yang ikut terlarut dalam larutan gelatin.

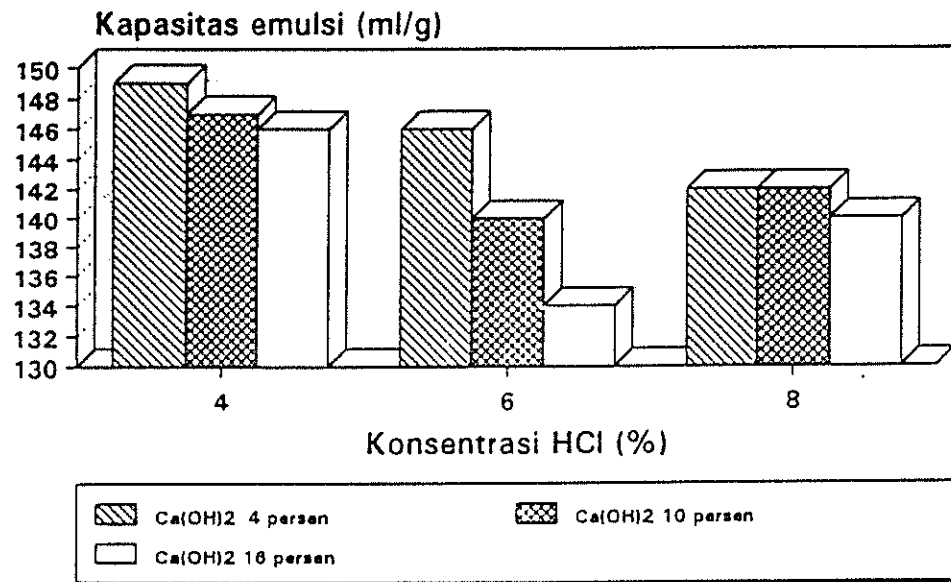
Hasil analisa sidik ragam lanjutan menunjukkan antara taraf perlakuan konsentrasi Ca(OH)_2 10 persen dan 16 persen tidak berbeda nyata. Jumlah larutan kapur yang ikut terlarut sudah mencapai titik optimum, sehingga tidak lagi berpengaruh pada pH.

9. Kapasitas Emulsi

Hasil analisa memberikan hasil antara 140.00 - 147.00 ml minyak jagung per gram gelatin.

Dalam pembentukan emulsi gelatin, yang berperan adalah gugus polar bebas yang akan larut dalam fase air dan rantai hidrokarbon yang akan larut dalam fase minyak. Semakin pendek rantai asam amino gelatin, jumlah gugus polar bebas gelatin tiap satu satuan berat akan meningkat, hal inilah yang menyebabkan kenaikan kapasitas emulsi gelatin.

Pengaruh konsentrasi dalam demineralisasi dan liming terhadap kapasitas emulsi dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH)₂] terhadap kapasitas emulsi

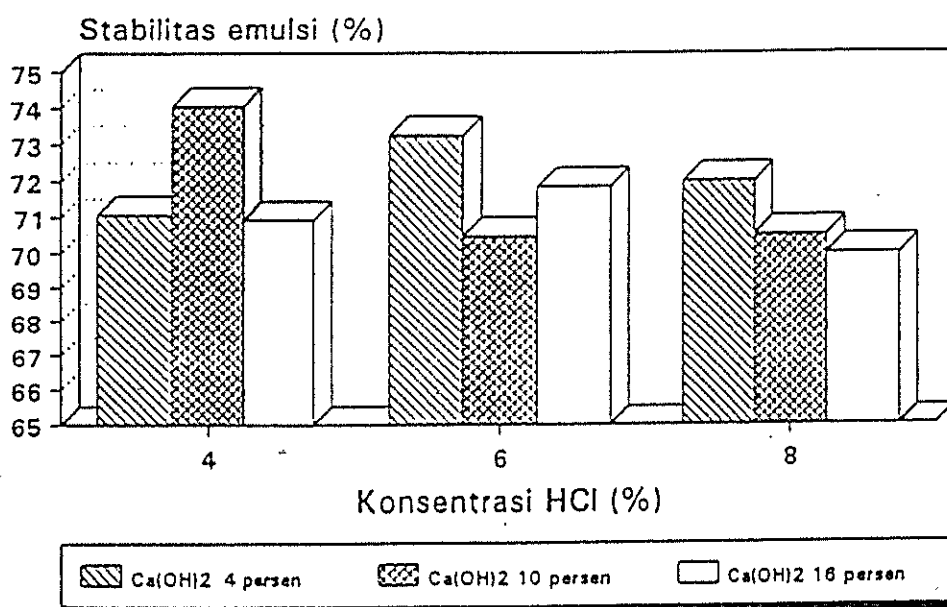
Hasil analisa sidik ragam menunjukkan interaksi antara perlakuan demineralisasi dan liming tidak memberi hasil yang berbeda nyata.

Pada kombinasi perlakuan konsentrasi HCl 4 persen dan Ca(OH)₂ 4 persen, struktur gelatin terbuka sehingga jumlah gugus polar bebas tinggi, karena itu dihasilkan gelatin dengan kapasitas emulsi yang tinggi.

10. Stabilitas Emulsi

Stabilitas emulsi gelatin yang dihasilkan antara 70.00 - 74.94 persen. Menurut Griffin (1954), stabilitas emulsi dipengaruhi oleh viskositas larutannya. Viskositas yang rendah memudahkan

globula-globula lemak bergerak dan membentuk agregat satu dengan yang lainnya sehingga emulsinya tidak stabil. Pengaruh konsentrasi dalam demineralisasi dan liming dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Pengaruh [HCl] dan [Ca(OH)₂] terhadap stabilitas emulsi

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada tepung gelatin hasil interaksi antara perlakuan dalam demineralisasi dan liming.

Hasil uji lanjut pengaruh taraf konsentrasi Ca(OH)₂ terhadap stabilitas emulsi pada taraf konsentrasi HCl 4 persen, menunjukkan antara taraf konsentrasi Ca(OH)₂ 4 persen dan 16 persen tidak berbeda nyata. Sedangkan antara keduanya dengan

taraf 10 persen menunjukkan beda nyata. Interaksi yang memberikan hasil terbaik adalah taraf konsentrasi HCl 4 persen dengan taraf konsentrasi Ca(OH)_2 10 persen, karena stabilitas emulsinya tertinggi. Pada taraf ini tingkat penghambatan gerak globula lebih baik dibanding dengan kedua taraf lainnya, sehingga emulsinya lebih stabil.

Hasil uji lanjut pengaruh taraf konsentrasi Ca(OH)_2 terhadap stabilitas emulsi pada taraf konsentrasi HCl 6 persen menunjukkan beda nyata antara tiap taraf. Pada interaksi perlakuan ini viskositas masing-masing berbeda nyata sehingga stabilitas emulsinya berbeda pula. Interaksi taraf konsentrasi HCl 6 persen dengan Ca(OH)_2 10 persen menunjukkan penurunan karena pada interaksi ini tingkat kestabilan emulsi menurun akibat globula lemak yang dapat bergerak dengan mudah dan membentuk agregat. Sedangkan interaksi HCl 6 persen dengan Ca(OH)_2 16 persen terjadi sedikit peningkatan stabilitas karena terjadi penghambatan gerakan globula lemak karena konsentrasi liming yang tinggi.

Hasil uji lanjut pengaruh taraf konsentrasi Ca(OH)_2 terhadap stabilitas emulsi pada taraf konsentrasi HCl 8 persen menunjukkan antara taraf 4 persen dan 10 persen serta 4 persen dan 10 persen berbeda nyata, sedangkan antara taraf 10 persen dan

16 persen tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan pada taraf 10 persen, tingkat penghambatan sudah rendah sehingga pada taraf 10 persen dan 16 persen globula lemaknya bergerak dengan mudah dan emulsinya menjadi tidak stabil dan akhirnya pecah.

Dari sifat-sifat fisiko kimia tepung gelatin yang dihasilkan, kombinasi 4 persen HCl dan 10 persen Ca(OH)_2 memberikan hasil yang terbaik. Berikut adalah perbandingan antara sifat fisiko kimia gelatin terbaik hasil penelitian dengan gelatin komersial.

Tabel 9. Perbandingan sifat fisiko kimia gelatin hasil penelitian dengan gelatin komersial

Parameter	gelatin hasil penelitian	gelatin komersial
Kadar air (%)	11.11	7.60
Kadar abu (%)	5.00	9.82
Kadar protein (%)	98.54	94.82
Derajat putih (%)	94.57	53.00
Viskositas (cp)	6.00	6.25
Kekuatan gel (dyne/cm ²)	462.06	1542.39
pH	6.45	6.82
Kapasitas emulsi (ml/g)	147.00	191.25
Stabilitas emulsi (%)	74.04	81.72

Kadar air gelatin hasil penelitian lebih besar dari gelatin komersial. Diduga faktor penyebabnya adalah kadar air bahan baku rendah dan metoda pengeringan yang digunakan menggunakan suhu yang lebih tinggi. Penggunaan suhu tinggi menyebabkan banyaknya jumlah protein yang terdenaturasi sehingga kadar pro-

teinnya menjadi lebih rendah. Selain itu, suhu yang tinggi menyebabkan tingkat pemutusan rantai menjadi tinggi, akibatnya jumlah gugus amino bebas menjadi banyak sehingga memberi hasil dengan kapasitas emulsi yang lebih tinggi.

Kadar abu gelatin komersial lebih tinggi dari gelatin hasil penelitian, bahkan jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan SII. Hal ini diduga disebabkan penggunaan bahan baku yang memiliki kadar lemak yang tinggi. Selain itu juga ditunjukkan oleh derajat putih gelatin komersial yang lebih rendah. Kadar lemak yang tinggi menyebabkan warna kekuning-kuningan pada tepung gelatin yang dihasilkan. Viskositas berbanding lurus dengan kadar abu, sehingga gelatin komersial memiliki viskositas yang lebih tinggi.

Kekuatan gel yang lebih tinggi menunjukkan tingkat penghambatan gerakan globula-globula yang lebih tinggi, sehingga stabilitas emulsi yang ditunjukkan oleh gelatin komersial lebih tinggi.

C. ANALISA BIAYA KOTOR

- Bahan baku <i>Femur sapi</i> 12.5 kg (Rp 200,00/kg) 12.5 x 200	Rp 2.500,00
- Perebusan (80°C, 5 jam)	
1. Air	Rp 25,00
2. Minyak tanah 1 liter	Rp 400,00
- Perendaman	
1. HCl 4 persen 40 ml (Rp 3,00/ml) 3 x 40	Rp 120,00
2. Ca(OH) ₂ 10 persen 100 g (Rp 1000,00/kg) 0.1 x 1000	Rp 100,00
- Penangas	
1.0 kw x Rp 88,00/kwh x 5 jam	Rp 440,00
- Oven vakum	
0.4 kw x Rp 88,00/kwh x 7 jam	Rp 246,50
- Oven	
1.1 kw x Rp 88,00/kwh x 5 jam	Rp 269,50
	<hr/>
Total biaya	Rp 4.101,00

Diketahui :

Harga 1 kg tepung gelatin komersial (bk) Rp 13.860,00
 Jumlah rendemen yang dihasilkan (bk) 0.8889 kg

Perhitungan :

Harga tepung gelatin yang dihasilkan 0.8889 x 13.860	= Rp 12.320,00
Biaya pembuatan	= Rp 4.101,00
	<hr/>
	Rp 8.219,00
Upah (2 shift) @ Rp 3.000	= Rp 6.000,00
	<hr/>
Keuntungan kotor	Rp 2.219,00



V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil analisa proksimat terhadap tulang femur sapi sebagai bahan baku dalam penelitian ini, diperoleh nilai rata-rata kadar air 11.51 persen, kadar abu 51.28 persen, kadar protein 25.29 persen dan kadar lemak 9.92 persen.

Penentuan waktu demineralisasi berdasarkan perbandingan waktu perendaman dengan prosentase mineral yang terlarut. Hasilnya, perendaman selama 10 hari dengan 14 hari hanya memiliki sedikit selisih yaitu 0.03 persen dan secara statistik tidak berbeda nyata, sehingga waktu demineralisasi yang dipilih adalah 10 hari..

Dari hasil penelitian utama diperoleh hasil analisa rendemen 7.38 - 10.52 persen (bk), kadar air 8.33 - 20.00 persen (bk), kadar abu 4.00 - 7.27 persen (bk), kadar protein 83.06 - 98.54 persen (bk), derajat putih 92.63 - 98.63 persen, viskositas 5.00 - 6.00 cp, kekuatan gel 459.165 - 497.910 dyne/cm², pH 6.36 - 6.93, kapasitas emulsi 134.00 - 149.00 ml/g dan stabilitas emulsi 70.00 - 74.04 persen.

Dari seluruh kombinasi antara taraf konsentrasi dalam proses demineralisasi dengan taraf konsentrasi dalam proses liming, kombinasi terbaik adalah pada taraf

konsentrasi HCl 4 persen dan taraf konsentrasi Ca(OH)_2 10 persen. Hasil analisa kombinasi tersebut adalah ; rendemen 7.98 persen (bk), kadar air 11.11 persen (bk), kadar abu 5.00 persen (bk), kadar protein 98.54 persen (bk), derajat putih 94.57 persen, viskositas 6.00 cp, kekuatan gel 462.06 dyne/cm², pH 6.45, kapasitas emulsi 147.00 ml/g dan stabilitas emulsi 74.04 persen.

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, rendemen yang dihasilkan hanya sedikit, sehingga diperlukan alternatif metoda ekstraksi yang mampu menghasilkan larutan gelatin lebih banyak. (perlu diperhatikan suhu, waktu, jenis asam serta pH ekstraksi).

Kadar air yang relatif tinggi akan mempermudah mikroorganisma tumbuh dan berkembang biak. Agar umur simpannya lebih lama diperlukan teknik pengeringan yang lebih baik.

Diperlukan tambahan pada standar SII agar syarat yang harus dipenuhi sesuai dengan sifat khas gelatin.



DAFTAR PUSTAKA

- Acton, J.C. dan R.L. Saffle. 1970. Stability of Oil in Water Emulsion. *J. Food Sci.* 35 : 852.
- Anonymous. 1978. SII.0181-78 : Mutu dan Cara Uji Gelatin. Departemen Perindustrian Republik Indonesia, Jakarta.
- AOAC. 1970. Official Method of Analysis of Association Official Agricultural Chemist. Washington, DC.
- AOAC. 1984. Official Method of Analysis of Association Official Agricultural Chemist. Washington, DC.
- Balian, G. dan J.H. Bowes. 1977. The Structure and Properties of Collagen. Di dalam *The Science and Technology of Gelatin*. A.G. Ward dan A. Courts (eds). Academic Press, London.
- Beuchat, L.R. 1977. Functional and Electroporetic Characteristic of Succinylated Peanut Flavour Protein. *J. Agric. Food Chem.* 25 : 258.
- Bowes, J.H. dan R.H. Kenten. 1950. The Swelling of Collagen in Alkaline Solution. *Biochem. J.* 46 : 1.
- British Standard. 1975. Sampling and Testing of Gelatins.
- Eastoe, J.E. 1961. *The Biochemistry Handbook*. Spon, London.
- _____ and A.A. Leach. 1977. Chemical Constitution of Gelatin. Di dalam *The Science and Technology of Gelatin*. A.G. Ward dan A. Courts (eds). Academic Press, London.
- Fardiaz, D. Apriyantono, S. Yasni, S. Budianto dan N.L. Puspitasari. 1986. *Penuntun Praktikum Analisa Pangan*, TPG-IPB, Bogor.
- Fennema, O.R. 1985. *Food Chemistry*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Fennema, O.R. 1976. *Food Science*. Marcel Dekker Inc., New York.

- Manley, C.H. dan I.H. Fagerson. 1970. Major Volatile Neutral and Acid Compound of Hidrolyzed Protein. *Journal of Food Science* 35(3) : 286 - 290.
- Mark, E.M. dan G.F. Stewart. 1957. *Advances in Food Research* vol.7 Academic Press, New York.
- Meyer, L.H. 1982. *Food Chemistry*. AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Parker, A.L. 1982. *Principles of Biochemistry*. Worth Publishers, Inc., Sparkas, Maryland.
- Romanof, A.L. 1963. *The Avion Egg*. Joh Wiley and Sons Inc., New York.
- Septimus, S. 1961. *Anatomy of The Domestic Animal*. Mc.Graw Hill, New York.
- Tourtellote, P. 1980. Gelatin. *Di dalam McGraw Hill. Encyclopedia of Science and Technology*. McGraw Hill Book Company, New York.
- Traub, W. dan K.A. Piez. 1971. *Chemistry and Structure of Collagen*. *Di dalam Advances in Protein Chemistry*. C.B. Anfinsen, J.T. Edsal dan F.M Richards (ed.). Academic Press, London.
- Vail, E. 1978. *The Use of Protein Rich Foods, Analysis of Experience*. Tropical Product Institute, London.
- Ward, A.G. dan A. Courts. 1977. *The Science and Technology of Gelatin*. Academic Press, London.
- West, E.S. dan W.R. Todd. 1964. *Textbook of Biochemistry* 3th Edition. The Macmillan Co., New York.
- Winarno, F.G. 1988. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia, Jakarta.
- _____ dan Sri Laksmi. 1973. *Pigmen dalam Pengolahan Pangan*. Dep. THP, Fatemeta-IPB, Bogor.

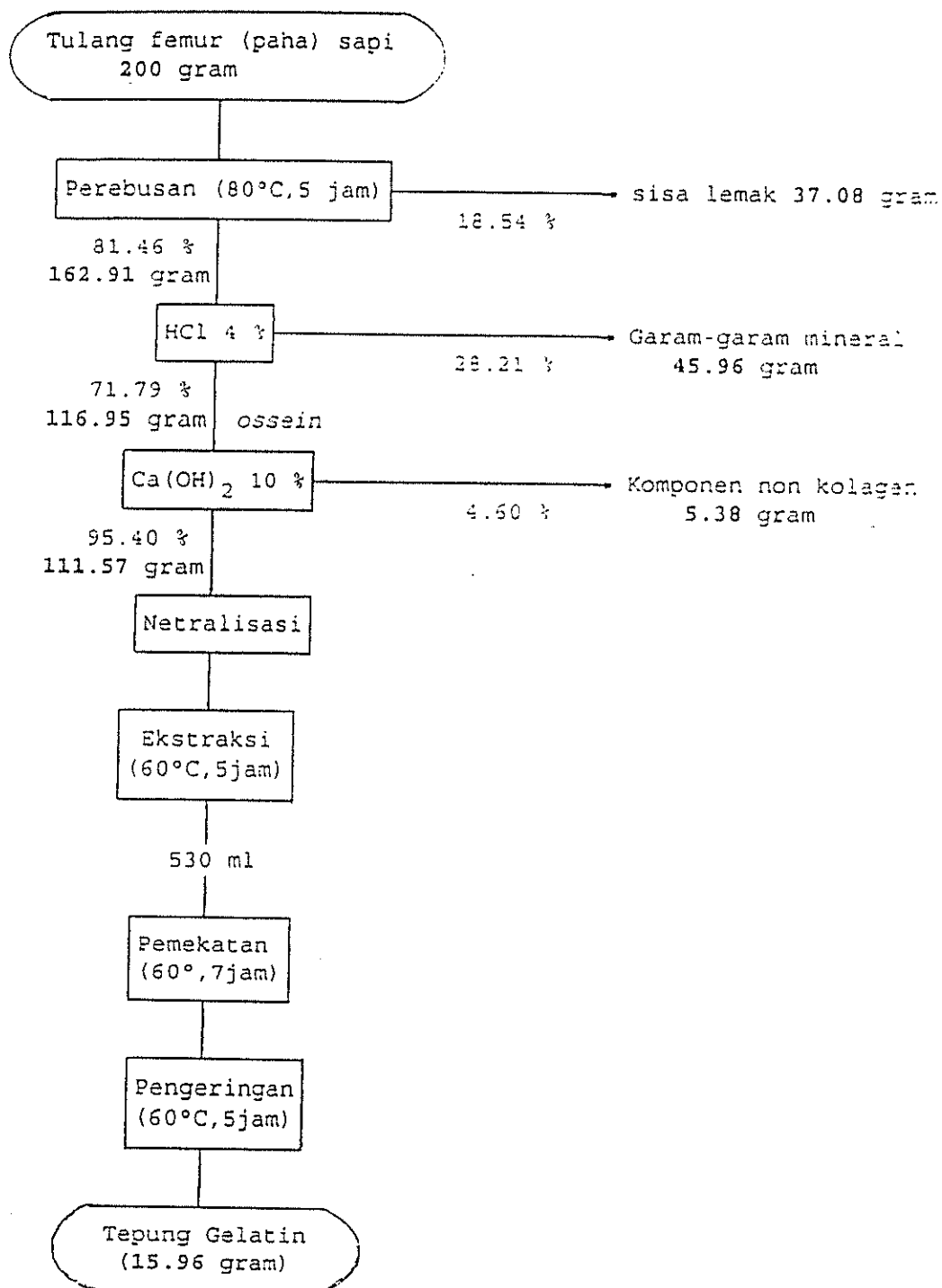
Lampiran 1. Data Penelitian Utama

PARAMETER	PERLUKUAN											
	Penambahan 4 persen [HCl]				Penambahan 6 persen [HCl]				Penambahan 8 persen [HCl]			
	4 % [Ca(OH) ₂]	10 % [Ca(OH) ₂]	16 % [Ca(OH) ₂]	4 % [Ca(OH) ₂]	10 % [Ca(OH) ₂]	16 % [Ca(OH) ₂]	4 % [Ca(OH) ₂]	10 % [Ca(OH) ₂]	16 % [Ca(OH) ₂]	4 % [Ca(OH) ₂]	10 % [Ca(OH) ₂]	16 % [Ca(OH) ₂]
Rendemen (%bk)	8.72	7.98	8.46	7.38	8.96	10.52	9.12	10.12	7.46			
Kadar air (%bk)	20.00	11.11	10.00	10.00	16.66	9.09	16.66	8.33	11.11			
Kadar abu (%bk)	4.00	5.00	7.27	4.44	4.29	5.45	5.38	6.67	6.50			
Kadar protein (%bk)	89.81	98.54	89.54	98.30	96.34	90.02	91.84	83.06	89.96			
Derajat putih (%)	92.63	95.72	96.07	93.03	98.38	95.94	94.62	98.63	98.34			
Viskositas (cp)	5.00	6.00	5.00	5.80	5.40	5.50	5.50	5.00	5.00			
Kkt. gel (dyne/cm ²)	467.07	462.06	497.91	471.76	465.26	472.67	462.29	471.12	459.16			
pH	6.61	6.45	6.93	6.59	6.42	6.76	6.36	6.89	6.81			
Kpst. emulsi (ml/g)	149.00	147.00	146.00	146.00	140.00	134.00	142.00	142.00	140.00			
Stblts. emulsi (%)	71.08	74.04	70.94	73.24	70.48	71.86	72.02	70.52	70.00			



Has Cera Penelitian Unswagati
 1. Dilihat sebagai bagian dari publikasi ilmiah dan tidak dapat dipertanggungjawabkan secara hukum oleh Unswagati
 2. Penelitian ini merupakan hak kekayaan intelektual Unswagati dan tidak dapat dipertanggungjawabkan secara hukum oleh Unswagati
 3. Penelitian ini tidak dapat dipertanggungjawabkan secara hukum oleh Unswagati
 4. Penelitian ini merupakan hak kekayaan intelektual Unswagati dan tidak dapat dipertanggungjawabkan secara hukum oleh Unswagati
 5. Penelitian ini merupakan hak kekayaan intelektual Unswagati dan tidak dapat dipertanggungjawabkan secara hukum oleh Unswagati
 6. Penelitian ini merupakan hak kekayaan intelektual Unswagati dan tidak dapat dipertanggungjawabkan secara hukum oleh Unswagati
 7. Penelitian ini merupakan hak kekayaan intelektual Unswagati dan tidak dapat dipertanggungjawabkan secara hukum oleh Unswagati
 8. Penelitian ini merupakan hak kekayaan intelektual Unswagati dan tidak dapat dipertanggungjawabkan secara hukum oleh Unswagati
 9. Penelitian ini merupakan hak kekayaan intelektual Unswagati dan tidak dapat dipertanggungjawabkan secara hukum oleh Unswagati
 10. Penelitian ini merupakan hak kekayaan intelektual Unswagati dan tidak dapat dipertanggungjawabkan secara hukum oleh Unswagati

Lampiran 2. Aliran proses pembuatan tepung gelatin
(kombinasi HCl 4 persen dan Ca(OH)₂ 10 persen)



Lampiran 3. Data analisis sidik ragam parameter rendemen

Hasil analisis sidik ragam

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	P
HCL	2	1.15111111	0.57555556	154.17**	0.0001
Ca(OH) ₂	2	1.12551111	0.56275556	150.74**	0.0001
HCL*Ca(OH) ₂	4	16.32568889	4.08142222	1093.24**	0.0001
Galat	9	0.03360000	0.00373333		
Total	17	18.63591111			

Keterangan

- ** : Signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)
 * : Signifikan pada $\alpha = 0.05$ (nyata)

Hasil uji Duncan interaksi dengan HCl dengan Ca(OH)₂

Taraf HCl	Taraf Ca(OH) ₂	N	Rata-rata	Kelompok
4%	10%	2	7.98	A
4%	16%	2	8.46	B
4%	4%	2	8.72	C
6%	10%	2	8.96	A
6%	16%	2	10.52	B
6%	4%	2	7.38	C
8%	10%	2	10.08	A
8%	16%	2	7.46	B
8%	4%	2	9.12	C

Lampiran 4. Data analisis sidik ragam parameter kadar air

Hasil analisis sidik ragam

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	P
HCL	2	11.9893778	5.9946869	7.53**	0.0120
Ca(OH) ₂	2	92.7233778	46.3616889	58.20**	0.0001
HCL*Ca(OH) ₂	4	167.7250222	41.9312556	52.64**	0.0001
Galat	9	7.1692000	0.7965778		
Total	17	279.6069778			

Keterangan

- ** : Signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)
 * : Signifikan pada $\alpha = 0.05$ (nyata)

Hasil uji Duncan interaksi dengan HCL dengan Ca(OH)₂

Taraf HCL	Taraf Ca(OH) ₂	N	Rata-rata	Kelompok
4%	10%	2	11.11	A
4%	16%	2	10.00	B
4%	4%	2	20.00	B
6%	10%	2	16.66	A
6%	16%	2	9.09	B
6%	4%	2	10.00	C
8%	10%	2	8.33	A
8%	16%	2	11.11	B
8%	4%	2	16.66	C

Lampiran 5. Data analisis sidik ragam parameter kadar abu

Hasil analisis sidik ragam

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	P
HCL	2	6.36964444	3.18482222	69.10**	0.0001
Ca(OH) ₂	2	9.85937778	4.92968889	106.96**	0.0001
HCL+Ca(OH) ₂	4	4.92822222	1.23205556	26.73**	0.0001
Galat	9	0.41480000	0.04608889		
Total	17	21.57204444			

Keterangan

- ** : Signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)
 * : Signifikan pada $\alpha = 0.05$ (nyata)

Hasil uji Duncan interaksi dengan HCl dengan Ca(OH)₂

Taraf HCl	Taraf Ca(OH) ₂	N	Rata-rata	Kelompok
4%	10%	2	5.00	A
4%	16%	2	7.27	B
4%	4%	2	4.00	C
6%	10%	2	4.29	A
6%	16%	2	5.45	B
6%	4%	2	4.44	B
8%	10%	2	6.67	A
8%	16%	2	6.50	A
8%	4%	2	5.38	B

Lampiran 6. Data analisis sidik ragam parameter kadar protein

Hasil analisis sidik ragam

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	P
HCL	2	135.0341778	67.5170889	125.68**	0.0001
Ca(OH) ₂	2	40.8269778	20.4134889	98.47**	0.0001
HCL*Ca(OH) ₂	4	224.4136889	56.1034222	270.62**	0.0001
Galat	9	1.8658000	0.2073111		
Total	17	402.1406444			

Keterangan

- ** : Signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)
 * : Signifikan pada $\alpha = 0.05$ (nyata)

Hasil uji Duncan interaksi dengan HCl dengan Ca(OH)₂

Taraf HCl	Taraf Ca(OH) ₂	N	Rata-rata	Kelompok
4%	10%	2	98.54	A
4%	16%	2	89.54	B
4%	4%	2	89.81	B
6%	10%	2	96.34	A
6%	16%	2	90.02	A
6%	4%	2	98.30	B
8%	10%	2	83.06	A
8%	16%	2	89.96	B
8%	4%	2	91.84	C

Lampiran 7. Data analisis sidik ragam parameter derajat putih

Hasil analisis sidik ragam

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	P
HCL	2	17.32697778	8.66348889	19.12 ^{**}	0.0006
Ca(OH) ₂	2	58.23817778	29.11908889	64.27 ^{**}	0.0001
HCL × Ca(OH) ₂	4	4.79582222	1.19895556	2.65	0.1037
Galat	9	4.07760000	0.45306667		
Total	17	84.43857778			

Keterangan

- ^{**} : Signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)
 * : Signifikan pada $\alpha = 0.05$ (nyata)

Lampiran 8. Data analisis sidik ragam parameter viskositas

Hasil analisis sidik ragam

Sumber keragaman	DB	JK	KT	P Hitung	P
HCL	2	0.48444444	0.24222222	4.73*	0.0394
Ca(OH) ₂	2	0.32444444	0.16222222	3.17**	0.0908
HCL-Ca(OH) ₂	4	1.51555556	0.37888889	7.40	0.0064
Galat	9	0.46080000	0.05120000		
Total	17	2.78524444			

Keterangan

- ** : Signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)
 * : Signifikan pada $\alpha = 0.05$ (nyata)

Hasil uji Duncan interaksi dengan HCl dengan Ca(OH)₂

Taraf HCl	Taraf Ca(OH) ₂	N	Rata-rata	Kelompok
4%	10%	2	6.00	A
4%	16%	2	5.00	A
4%	4%	2	5.00	A
6%	10%	2	5.40	A
6%	16%	2	5.50	B
6%	4%	2	5.80	B
8%	10%	2	5.00	A
8%	16%	2	5.00	A
8%	4%	2	5.50	A

Lampiran 9. Data analisis sidik ragam parameter kekuatan gel

Hasil analisis sidik ragam

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	P
HCL	2	395.836411	197.918206	6.60*	0.0172
Ca(OH) ₂	2	401.519011	200.759506	6.69**	0.0166
HCL*Ca(OH) ₂	4	1325.389056	331.347264	11.05**	0.0016
Galat	9	269.955150	29.995017		
Total	17	3392.699628			

Keterangan

- ** : Signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)
- * : Signifikan pada $\alpha = 0.05$ (nyata)

Hasil uji Duncan interaksi dengan HCL dengan Ca(OH)₂

Taraf HCL	Taraf Ca(OH) ₂	N	Rata-rata	Kelompok
4%	10%	2	462.060	A
4%	16%	2	497.910	B
4%	4%	2	467.070	B
6%	10%	2	465.260	A
6%	16%	2	472.675	A
6%	4%	2	471.760	A
8%	10%	2	471.125	A
8%	16%	2	459.165	A
8%	4%	2	462.290	A

Lampiran 10. Data analisis sidik ragam parameter pH

Hasil analisis sidik ragam

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	P
HCL	2	0.03053333	0.01526667	1.23**	0.3374
Ca(OH) ₂	2	0.32693333	0.16346667	13.16**	0.0021
HCL*Ca(OH) ₂	4	0.15413333	0.08853333	7.13**	0.0072
Galat	9	0.11180000	0.01242222		
Total	17	0.82340000			

Keterangan

** : Signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)
 * : Signifikan pada $\alpha = 0.05$ (nyata)

Hasil uji Duncan interaksi dengan HCl dengan Ca(OH)₂

Taraf HCl	Taraf Ca(OH) ₂	N	Rata-rata	Kelompok
4%	10%	2	6.45	A
4%	16%	2	6.93	B
4%	4%	2	6.61	B
6%	10%	2	6.42	A
6%	16%	2	6.76	A
6%	4%	2	6.59	A
8%	10%	2	6.89	A
8%	16%	2	6.81	A
8%	4%	2	6.36	B

Lampiran 11. Data analisis sidik ragam parameter kapasitas emulsi

Hasil analisis sidik ragam

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	P
HCL	2	183.1111111	91.5555556	7.49*	0.0122
Ca(OH) ₂	2	96.4444444	48.2222222	1.95	0.0588
HCL*Ca(OH) ₂	4	62.2222222	15.5555556	1.27	0.3492
Galat	9	110.0000000	12.2222222		
Total	17	451.7777778			

Keterangan

- *** : Signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)
 * : Signifikan pada $\alpha = 0.05$ (nyata)

Lampiran 12. Data analisis sidik ragam parameter stabilitas emulsi

Hasil analisis sidik ragam

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	P
HCL	2	4.88751111	2.44375556	8.49**	0.0085
Ca(OH) ₂	2	4.25391111	2.12695556	7.39**	0.0126
HCL*Ca(OH) ₂	4	19.97822222	4.99455556	17.16**	0.0003
Galat	9	2.58920000	0.28768889		
Total	17	31.70884444			

Keterangan

- ** : Signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)
 * : Signifikan pada $\alpha = 0.05$ (nyata)

Hasil uji Duncan interaksi dengan HCl dengan Ca(OH)₂

Taraf HCl	Taraf Ca(OH) ₂	N	Rata-rata	Kelompok
4%	10%	2	74.04	A
4%	16%	2	70.94	B
4%	4%	2	71.08	B
6%	10%	2	70.48	A
6%	16%	2	71.86	B
6%	4%	2	73.24	C
8%	10%	2	70.52	A
8%	16%	2	70.00	B
8%	4%	2	72.01	B