

**STUDI PENGARUH SUHU DAN LAMA EVAPORASI PADA PROSES
PEMEKATAN GELATIN**

Oleh
TOMANDO JOHARMAN
F34101118



2006
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR

**STUDI PENGARUH SUHU DAN LAMA EVAPORASI PADA
PROSES PEMEKATAN GELATIN**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Departemen Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor**

Oleh

TOMANDO JOHARMAN

F34101118

2006

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**STUDI PENGARUH SUHU DAN LAMA EVAPORASI PADA
PROSES PEMEKATAN GELATIN**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada Departemen Teknologi Industri Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

Oleh

TOMANDO JOHARMAN

F34101118

Dilahirkan pada tanggal 1 September 1983

di Jakarta

Tanggal lulus : 25 Januari 2006

Disetujui oleh :

Bogor, Februari 2006

Ir. Sugiarto, MSi.
Dosen Pembimbing I

Suharjito, SSI, MT.
Dosen Pembimbing II

SURAT PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul **“Studi Pengaruh Suhu Dan Lama Evaporasi Pada Proses Pemekatan Gelatin”** adalah karya asli saya sendiri, dengan arahan dosen pembimbing akademik, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya

Bogor, Februari 2006
Yang Membuat Pernyataan

Nama : Tomando Joharman
NRP : F34101118

Tomando Joharman F34101118. Studi Pengaruh Suhu dan Lama Evaporasi Pada Proses Pemekatan Gelatin. Di bawah bimbingan Sugiarto dan Suharjito

RINGKASAN

Gelatin dalam industri-industri makanan, farmasi, kosmetik, fotografi dan lain sebagainya digunakan sebagai *stabilizer* dan *emulsifier*. Hingga saat ini di Indonesia kebutuhan akan gelatin masih bergantung pada impor dari negara-negara Eropa, Amerika dan Australia. Bahan baku pembuatan gelatin dapat berasal dari kulit, tulang atau dari limbah industri penyamakan kulit. Kulit yang digunakan dari limbah industri penyamakan untuk pembuatan gelatin pada umumnya kulit hasil samping proses *splitting* dan *trimming*. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah industri penyamakan hasil proses *splitting*. Bahan baku ini didapatkan dari PT. Muhara Dwitunggal Laju yang berada di kecamatan Citeureup, Bogor.

Gelatin merupakan molekul polipeptida larut air yang diperoleh dari serabut kolagen melalui proses hidrolisis. Proses pembuatan gelatin terdiri dari persiapan bahan baku, konversi kolagen menjadi gelatin, pemurnian, pemekatan gelatin dan pengeringan gelatin. Tahapan persiapan bahan baku terdiri pencucian kulit, pengecilan ukuran, dan pengapuran (*liming*). Proses produksi gelatin menggunakan proses basa dengan perendaman kapur tohor (CaO) 15 %. Konversi kolagen menjadi gelatin dilakukan dengan ekstraksi bertingkat yang dilanjutkan pemurnian gelatin dengan filtrasi vakum. Setelah itu dilanjutkan dengan proses pemekatan dengan evaporator vakum hasil rekayasa Laboratorium Teknologi Agroindustri – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (LTA-BPPT) yang terdapat di Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) Serpong dan proses pengeringan gelatin dengan menggunakan pengering tipe rak. Salah satu proses yang memiliki resiko kerusakan produk akibat pemanasan yang cukup tinggi adalah evaporasi gelatin. Hal ini dikarenakan gelatin merupakan produk yang sensitif terhadap suhu tinggi.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan suhu evaporasi dan lama evaporasi terbaik terhadap rendemen dan mutu gelatin hasil evaporasi dan gelatin akhir. Faktor perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini adalah suhu evaporasi dan lama evaporasi. Taraf faktor perlakuan suhu evaporasi yang digunakan adalah pada suhu 55°C, 60°C dan 65°C, sementara taraf faktor perlakuan lama evaporasi yang digunakan 5 jam, 6 jam dan 7 jam evaporasi. Karakterisasi yang dilakukan pada gelatin setelah evaporasi terdiri dari kadar air, warna (L,a,b), dan viskositas. Sementara pada gelatin akhir terdiri dari, kadar abu, konsentrasi Ca²⁺, kadar protein, pH, viskositas, warna (L,a,b), stabilitas emulsi dan kekuatan gel. Selain itu juga dilakukan pengamatan evaporasi untuk mengetahui banyaknya energi yang dikeluarkan dalam proses evaporasi.

Dari hasil penelitian ini didapatkan perlakuan terbaik pada perlakuan suhu evaporasi 55°C dan lama evaporasi 6 jam. Perlakuan ini menghasilkan gelatin setelah evaporasi dengan kadar air 66,63 %, nilai kecerahan (L) 52,13, notasi warna (a) -10,153, notasi warna (b) 43,08, dan viskositas 7 cP. Sementara dari gelatin akhir dihasilkan kadar abu 2,69 %, konsentrasi Ca²⁺ 0,24 %, kadar protein 78,48 %, pH 7,36, viskositas 10,83 cP, nilai kecerahan (L) 53,57, notasi warna (a) -8,27, notasi warna (b) 39,44, stabilitas emulsi 54,24 %, kekuatan gel 104,05 g Bloom, rendemen 10,73 % dan energi proses evaporasi 29.838,89 Kkal.

Tomando Joharman F34101118. The Effect of Temperature evaporation and Period of Evaporation in Gelatin Thickening Process. Under supervision of **Sugiarto and Suharjito**

SUMMARY

Food, pharmacy, cosmetics, and photography industry are having a great demand to gelatin as stabilizer and emulsifier for each of the industries. Until today, Indonesia is still importing a great number of gelatin from European, American, and Australian countries to fulfill the industry's demand. Hides, bones or wastes from leather tanning industry could be used as raw materials in gelatin industry. Hides used in gelatin industry are by-product from splitting and trimming process in leather tanning industry. The raw materials which were used in this research were wastes from splitting process. This raw materials obtained from PT. Muhara Dwitunggal Laju in Citereup Bogor.

Gelatin is a water soluble polipeptide molecule which is obtained from collagen fibres through hydrolytic process. The process steps to obtain gelatin are consisting of raw materials preparation, conversion of collagen into gelatin, purification, evaporation and drying. The raw materials preparing steps consisting hides washing, sizing, and liming. The making of gelatin in this research using alkali process with soaking 15 % of CaO. Collagen was converted into gelatin by multistages extraction, then was purified by vacuum filtration. Gelatin was thickening by vacuum evaporation made by LTA-BPPT in PUSPIPTEK Serpong and dried using tray dryer. One of the steps which can cause product's deterioration is evaporation. This due to the gelatin's characteristic which is sensitive to high temperature.

The research was aimed to determine the best evaporation temperature and period in obtaining the highest rendement and quality, both for evaporated gelatin and dried gelatin. Some levels of evaporation time and temperature were being tested throughout the process to achieve the aims. The temperature were varied from 55°C, 60°C and 65°C, while the periods of evaporation were varied from 5 hours, 6 hours and 7 hours. Some characterizations to determine the gelatin's quality were water content, color degree (L,a,b), and viscosity for evaporated gelatin's. Meanwhile for dried gelatin's were ash content, Ca²⁺ concentration, protein content, pH, viscosity, color degree (L,a,b), emulsion stability, and gel strength. Evaporation process was intensively controlled to measure the use of energy.

Based on the result in this research, the best condition for temperature and period of evaporation were 55°C and 6 hours. In this condition, the characteristics for evaporated gelatin were 66,63 % for water content, 52,13 for brightness degree, -10,153 for a color, 43,08 for b color, and 7 cP for viscosity. The dried gelatin has 2,69 % for ash content, 0,24 % for Ca²⁺ concentration, 78,48 for protein content, 7,36 for pH, 10,83 cP for viscosity, 53,57 for brightness degree, -8,27 for a color, 39,44 for b color degree, 54,24 % for emulsion stability, 104,05 g Bloom for gel strength and 29.838,89 kkal for evaporation energy.

RIWAYAT HIDUP



Tomando Joharman, lahir di Jakarta, tanggal 1 September 1983 merupakan anak pertama dari dua bersaudara, putra dari Maidin Silaban dan Derma Manulang. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Melania 3 Jakarta Pusat (tahun 1989-1995), Sekolah Menengah Pertama Tarakanita 4 Jakarta Timur (tahun 1995-1998) dan Sekolah Menengah Umum Negeri 77 Jakarta Pusat (tahun 1998-2001). Pada tahun 2001 penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri Institut Pertanian Bogor melalui jalur UMPTN masuk di Fakultas Teknologi Pertanian, Departemen Teknologi Industri Pertanian, lulus tahun 2006 dengan skripsi yang berjudul “Studi Pengaruh Suhu dan Lama Evaporasi Pada Proses Pemekatan Gelatin”.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul **Studi Pengaruh Suhu dan Lama Evaporasi pada Proses Pemekatan Gelatin** ini dengan lancar.

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Sugiarto, MSi. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan saran, nasihat dan bimbingan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Suharjito, SSi, MT. selaku dosen pembimbing kedua atas topik penelitian, bimbingan dan sarannya selama penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Prayoga Suryadarma, STP, MT. selaku dosen penguji atas saran, nasihat dan bimbingannya.
4. Kedua orang tua dan adik yang telah memberikan dorongan, doa dan kasih sayang yang tak ternilai selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
5. Ir. Harianto MSi., Ir. Irshan Zainuddin MSi., dan Ir. Yusuf Djafar MM. yang telah membantu hingga tersusunnya skripsi ini.
6. Ir. Gigih Atmaji serta staf dan karyawan di Laboratorium Teknologi Agroindustri BPPT-PUSPIPTEK, Serpong. atas bimbingan dan nasihatnya selama penelitian.
7. Agus, Farida, Hasan, Mba Hajrah, Kak Encep Hidayat selaku kelompok gelatin yang telah membantu dan membimbing selama penelitian.
8. Anggra Irene Bondar dan Antonio Deni atas nasihat dan dukungannya.
9. Rizka, Agung, Fredi, Doni, Toni, Hendra, Yoshiro, dan seluruh teman-teman TIN 38 atas kebersamaan dan dukungan selama ini.

Penulis menyadari tulisan ini masih kurang sempurna, karena itu penulis mengharapkan segala kritik dan saran untuk perbaikan skripsi ini. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bogor, Februari 2006

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN PENELITIAN	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. KULIT	5
B. KOLAGEN	7
C. GELATIN	8
D. PROSES PEMBUATAN GELATIN	11
E. EVAPORASI	14
F. EVAPORATOR <i>VACUUM</i>	15
III. METODE PENELITIAN	
A. BAHAN DAN ALAT	17
B. WAKTU DAN TEMPAT	20
C. METODE PENELITIAN	20
1. Penelitian Pendahuluan	20
2. Penelitian Utama	22
3. Analisa Gelatin	24
D. RANCANGAN PERCOBAAN	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. PENELITIAN PENDAHULUAN	26
B. PENELITIAN UTAMA	27
1. Analisa Gelatin Setelah Evaporasi	28
2. Analisa Gelatin Akhir	38
3. Pengamatan Evaporasi	54

V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	61
B. SARAN	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data Impor Gelatin	2
Tabel 2. Jumlah Pemotongan Sapi dan Potensi Kulit <i>Split</i>	3
Tabel 3. Penyebaran Kolagen dalam Jaringan Hewan Mamalia	7
Tabel 4. Standar Mutu Gelatin Nasional dan British Standard	9
Table 5. Sifat Gelatin Tipe A dan Tipe B	10
Tabel 6. Komposisi Asam Amino Gelatin	10
Tabel 7. Tahapan Proses Ekstraksi Kolagen Secara Bertingkat	13
Tabel 8. Hasil Analisa Kulit Hasil <i>Splitting</i> (w/w)	26
Tabel 9. Hasil Penelitian Pendahuluan	27
Tabel 10. Nilai Rata-rata Analisa Kadar Air (%) Pada Setiap Perlakuan	29
Table 11. Nilai Rata-rata Notasi Warna (L) Pada Setiap Perlakuan	32
Tabel 12. Nilai Rata-rata Notasi Warna (a) Pada Setiap Perlakuan	33
Tabel 13. Nilai Rata-rata Notasi Warna (b) Pada Setiap Perlakuan	33
Tabel 14. Nilai a, b dan °h (Hue) gelatin setelah evaporasi	34
Tabel 15. Nilai Rata-rata Analisa Viskositas (cP) Pada Setiap Perlakuan	35
Tabel 16. Nilai Rata-rata Analisa Kadar Abu (%) Pada Setiap Perlakuan	39
Tabel 17. Nilai Rata-rata Analisa Konsentrasi Ca ²⁺ (%) Pada Setiap Perlakuan ...	40
Table 18. Nilai Rata-rata Analisa Kadar Protein (%) Pada Setiap Perlakuan	42
Tabel 19. Nilai Rata-rata Analisa pH Pada Setiap Perlakuan	43
Tabel 20. Nilai Rata-rata Analisa Viskositas (cP) Pada Setiap Perlakuan	45
Tabel 21. Nilai Rata-rata Notasi Warna (L) Pada Setiap Perlakuan	46
Tabel 22. Nilai Rata-rata Notasi Warna (a) Pada Setiap Perlakuan	46
Tabel 23. Nilai Rata-rata Notasi Warna (b) Pada Setiap Perlakuan	47
Tabel 24. Nilai a, b dan °h (Hue) gelatin akhir	48
Tabel 25. Nilai Rata-rata Analisa Stabilitas Emulsi (%) Pada Setiap Perlakuan ...	49
Tabel 26. Nilai Rata-rata Analisa Gel Strength (g Bloom) Pada Setiap Perlakuan	50
Tabel 27. Nilai Rata-rata Analisa Rendemen (%) Pada Setiap Perlakuan	52
Tabel 28. Pengukuran Energi Alat Evaporator yang Terpasang	56

Tabel 29. Data Pemakaian Energi Tabung LPG	57
Tabel 30. Total Energi Evaporator Aktual	58
Tabel 31. Energi Proses Evaporasi	59
Tabel 32. Perkiraan Kebutuhan <i>heater</i> tambahan	60

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Topografi Kulit Hewan	5
Gambar 2. Konfigurasi Kimia Gelatin	9
Gambar 3. Evaporator <i>Vacuum</i> Tampak Depan	19
Gambar 4. Evaporator <i>Vacuum</i> Tampak Samping	19
Gambar 5. Diagram Alir Tahapan Pembuatan Gelatin dari Kulit <i>Split</i>	21
Gambar 6. Pengaruh Suhu dan Lama Evaporasi Terhadap Kadar Air Gelatin Setelah Evaporasi	31
Gambar 7. Pengaruh Suhu dan Lama Evaporasi Terhadap Viskositas Gelatin Setelah Evaporasi	37
Gambar 8. Reaksi Pembentukan Garam Kalsium Karboksilat	39
Gambar 9. Reaksi Pelepasan ion Ca^{2+} dan ion OH^-	41
Gambar 10. Pengaruh Suhu Evaporasi Terhadap Kadar Protein Gelatin Akhir	42
Gambar 11. Pengaruh Suhu Terhadap Gel Strength / Kekuatan Gel Gelatin Setelah Evaporasi	51
Gambar 12. Pengaruh Suhu dan Lama Evaporasi Terhadap Rendemen Gelatin Setelah Evaporasi	54
Gambar 13. Total Air Teruapkan Pada Proses Evaporasi	55

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Analisa Gelatin	67
Lampiran 2a. Hasil Analisa Gelatin Setelah Evaporasi	71
Lampiran 2b. Hasil Analisa Gelatin Akhir dan Gelatin Komersial	72
Lampiran 3. Hasil Analisis Ragam Gelatin Setelah Evaporasi Terhadap Kadar Air	73
Lampiran 3a. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Suhu Evaporasi ($\alpha : 0.01$)	73
Lampiran 3b. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Lama Evaporasi ($\alpha : 0.01$)	73
Lampiran 3c. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Interaksi Kedua Faktor ($\alpha : 0.01$)	74
Lampiran 4. Hasil Analisis Ragam Gelatin Setelah Evaporasi Terhadap Nilai Kecerahan (L)	74
Lampiran 5. Hasil Analisis Ragam Gelatin Setelah Evaporasi Terhadap Notasi Warna (a)	75
Lampiran 5a. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Suhu Evaporasi ($\alpha : 0.01$)	75
Lampiran 6. Hasil Analisis Ragam Gelatin Setelah Evaporasi Terhadap Notasi Warna (b)	75
Lampiran 7. Hasil Analisis Ragam Gelatin Setelah Evaporasi Terhadap Viskositas	76
Lampiran 7a. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Suhu Evaporasi ($\alpha : 0.01$)	76
Lampiran 7b. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Lama Evaporasi ($\alpha : 0.01$)	76
Lampiran 7c. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Interaksi Kedua Faktor ($\alpha : 0.01$)	77
Lampiran 8. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Kadar Abu	77
Lampiran 9. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Konsentrasi Ca^{2+}	78
Lampiran 10. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Kadar Protein	78
Lampiran 10a. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Suhu Evaporasi ($\alpha : 0.05$)	78
Lampiran 11. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap pH	79
Lampiran 12. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Viskositas	79
Lampiran 13. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Nilai Kecerahan (L)	79
Lampiran 14. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Notasi Warna (a)	80

Lampiran 15.	Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Notasi Warna (b)	80
Lampiran 16.	Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Stabilitas Emulsi	80
Lampiran 17.	Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Gel Strength	81
Lampiran 17a.	Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Suhu Evaporasi ($\alpha : 0.05$)	81
Lampiran 18.	Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Rendemen	81
Lampiran 18a.	Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Lama Evaporasi ($\alpha : 0.01$)	82
Lampiran 19.	Diagram Uji Warna	83
Lampiran 20.	Penentuan Sampel Terbaik	84
Lampiran 21.	Tabel Tekanan Uap	85
Lampiran 22.	Efisiensi Evaporator	86
Lampiran 23.	Data Total Air Teruapkan	87

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Gelatin merupakan molekul polipeptida yang diperoleh dari serabut kolagen melalui proses hidrolisis. Gelatin yang beredar dipasaran terdiri dari gelatin tipe A dan tipe B. Gelatin tipe A merupakan gelatin yang proses perendamannya menggunakan larutan asam, terutama dibuat dari kulit babi. Gelatin tipe B berasal dari proses perendaman basa (alkali) terutama kulit dan tulang sapi (*Gelatin Manufactures Institute of America, GMIA, 2001*).

Gelatin dari segi ekonomis merupakan salah satu produk hasil pertanian yang cukup berpotensi. Dalam industri pangan gelatin digunakan sebagai *stabilizer*, *emulsifier*, dan untuk memperbaiki tekstur makanan. Pada industri non-pangan gelatin digunakan untuk pembuatan cangkang kapsul, tablet, fotografi, kosmetik, bahan perekat (lem) dan pelapis kertas.

Saat ini di Indonesia kebutuhan akan gelatin semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan barang-barang yang menggunakan gelatin sebagai bahan baku atau tambahan. Di sisi lain kebutuhan gelatin di Indonesia selama ini masih bergantung pada impor gelatin dari negara-negara Eropa, Amerika dan Australia. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 dimana pada tahun 2005 jumlah impor gelatin hingga bulan Mei sebesar 1.213.111 kg dengan nilai US \$ 4.215.779. Tabel 1 menunjukkan terjadi peningkatan impor gelatin dari tahun 1998 hingga tahun 2001. Pada tahun 2002 terjadi penurunan impor gelatin dan meningkat kembali pada tahun 2003 hingga tahun 2004. Gelatin yang diimpor dari negara-negara tersebut sebagian besar umumnya menggunakan tulang dan kulit babi. Hal tersebut menjadi kendala bagi penduduk Indonesia yang mayoritas muslim (LP.POM-MUI, 1997).

Tabel 1. Data impor gelatin

Tahun	Bobot (kg)	Nilai (US \$)
1998	1.851.328	6.781.735
1999	2.371.738	9.059.440
2000	3.418.383	10.555.489
2001	4.291.579	10.749.199
2002	2.144.372	6.801.882
2003	2.145.916	8.001.714
2004	2.630.692	8.063.802
Jan- Mei 2005	1.213.111	4.215.779

Sumber : BPS (2005)

Dalam industri gelatin bahan baku yang digunakan dapat berasal dari kulit, tulang atau dari limbah industri penyamakan kulit. Limbah industri penyamakan pada umumnya yang digunakan adalah hasil samping proses *splitting* (pembelahan kulit) dan kulit *trimming* yaitu kulit sisa proses perapihan yang tidak bernilai ekonomis untuk dibuat kulit samak. Limbah industri kulit ini jumlahnya mencapai 12 persen dari bahan baku kulit (sapi) mentah/kulit sapi awet garam (Winter, 1984). Bagian-bagian dari kulit *trimming* meliputi daerah leher, kepala, perut, paha dan ekor. Sementara kulit *splitting* adalah *corium* dari krupon. Harga limbah kulit berupa kulit *trimming* adalah \pm Rp 5.000/kg, sedangkan kulit *splitting* \pm Rp 4.000/kg.

Kulit *split* adalah kulit yang telah mengalami proses *splitting* yaitu pembelahan kulit menjadi dua lapisan atau lebih untuk memperoleh tebal yang dikehendaki. Hasil samping kulit dari proses *split* mencapai 11,5 persen dari bahan baku kulit mentah yang diproses (Dinas Perindustrian, 1998). sedangkan Ziegler dan Romans (1966) menambahkan bahwa kulit *hides* secara rata-rata diperoleh dari tujuh persen dari berat hidup hewan. Berdasarkan Buku Statistik Peternakan (2003), jumlah pemotongan sapi di Indonesia pada tahun 2003 sebesar 1.789.849 sehingga ketersediaan jumlah kulit *split* dari sapi potong di Indonesia tahun 2003 adalah sebesar 4.322.485,33 kg. Data pemotongan sapi dan potensi kulit *split* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah pemotongan sapi dan potensi kulit *split*

Tahun	Jumlah Pemotongan (ekor)	Bobot Kulit <i>Split</i> (kg) *
1999	1. 664. 396	4. 019. 516, 34
2000	1. 695. 374	4. 094. 328, 21
2001	1. 784. 036	4. 308. 446, 94
2002	1. 662. 833	4. 015. 741, 69
2003	1. 789. 849	4. 322. 485, 33

Sumber : Buku Statistik Peternakan (2003)

Keterangan : * Data Diperoleh dari Bobot Sapi (300 kg) x 7 persen x 11,5 persen

Proses produksi gelatin dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu melalui proses asam dan proses basa. Proses pembuatan utama gelatin sendiri dapat dibagi dalam tiga tahapan, yaitu (i) persiapan bahan baku, (ii) konversi kolagen menjadi gelatin, dan (iii) pemurnian, pemekatan dan pengeringan gelatin. Tahap persiapan bahan baku meliputi pencucian, pengecilan bahan baku dan pengapuran (*liming*). Konversi kolagen menjadi gelatin dilakukan dengan cara ekstraksi bertingkat. Setelah ekstraksi dilakukan pemurnian dengan cara filtrasi vakum.

Proses pemekatan larutan gelatin adalah proses penghilangan air dalam larutan gelatin hingga mencapai larutan gelatin pekat dengan volume 25 persen hingga 45 persen dari volume larutan sebelum dipekatkan (Karlson, 1965). Proses yang umum dilakukan dalam pemekatan gelatin adalah dengan metode evaporasi. Metode tersebut memiliki resiko kerusakan produk akibat pemanasan yang cukup lama karena gelatin merupakan produk yang sensitif terhadap suhu tinggi. Gelatin mengalami kerusakan pada suhu diatas 80°C (Anne *et al.*, 2002). Hal ini menyebabkan perlu adanya pengkajian mengenai kondisi optimum proses evaporasi dalam pembuatan gelatin.

B. TUJUAN

Tujuan umum penelitian ini adalah mendapat kondisi proses evaporasi gelatin. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

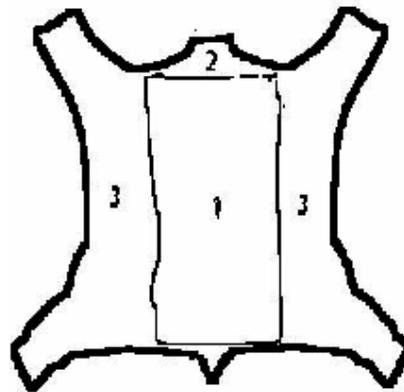
1. Mendapatkan suhu evaporasi terbaik dalam proses pembuatan gelatin dengan menggunakan evaporator vakum
2. Mendapatkan lama evaporasi terbaik dalam proses pembuatan gelatin dengan menggunakan evaporator vakum

I. TINJAUAN PUSTAKA

A. KULIT

Kulit merupakan hasil samping dari pemotongan hewan yang berupa organ tubuh bagian terluar yang dipisahkan dari tubuh pada saat proses pengulitan. Kulit tersebut merupakan bahan mentah kulit samak, berupa tenunan dari tubuh hewan yang terbentuk dari sel-sel hidup. Kulit mentah dibedakan atas dua kelompok, yaitu kelompok kulit yang berasal dari hewan besar seperti sapi, kerbau dan lain-lain yang dalam istilah asing disebut *hides*, dan kelompok kulit yang berasal dari hewan kecil seperti kambing, domba, kelinci dan lain-lain yang dalam istilah asing disebut *skins* (Harijatmoko, 2004).

Menurut Judoamidjojo (1974), struktur kulit hewan dapat dibedakan secara topografis dan histologis. Struktur kulit hewan secara topografi dibagi menjadi tiga bagian, yaitu daerah krupon, daerah kepala dan leher, serta daerah kaki, ekor dan perut. Secara topografi struktur kulit hewan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



1. Daerah krupon
2. Daerah Leher & kepala
3. Daerah Perut, paha & ekor

Gambar 1. Struktur topografi kulit hewan (Judoamidjojo, 1974)

Daerah krupon merupakan bagian kulit yang memiliki kualitas yang paling baik dibandingkan daerah-daerah yang lain. Susunan serat pada daerah ini relatif paling padat, merata dan kuat, meliputi kira-kira 55 persen dari

seluruh luasan kulit. Daerah kepala dan leher merupakan daerah yang relatif paling tebal, dibandingkan daerah-daerah lain, akan tetapi memiliki tenunan yang lebih longgar dibandingkan daerah krupon, yaitu meliputi kira-kira 23 persen dari seluruh kulit. Daerah kaki, ekor dan perut, disebut juga sebagai daerah *vlam*, merupakan bagian kulit yang memiliki susunan tenunan yang tebal dan bervariasi. Bagian perut memiliki kulit relatif tipis dan tenunannya longgar, sedangkan pada bagian kaki lebih tebal dengan tenunan lebih tebal. Daerah *vlam* meliputi kira-kira 22 persen dari seluruh kulit (Fahidin dan Muslich, 1999).

Industri yang menggunakan kulit mentah tercatat di BPS (2001) sebanyak 69 perusahaan yang sebagian besar terdapat di pulau Jawa. Hal ini menunjukkan bahwa bahan baku gelatin dari hasil samping industri penyamakan kulit cukup tersedia. Pada industri penyamakan kulit, sebelum menjadi kulit siap samak kulit mentah mendapat penanganan yang disebut proses siap samak. Proses ini meliputi pengepresan (buang daging), perendaman (*soaking*), pengapuran (*liming*) dan pembelahan (*splitting*) (Fahidin dan Muslich, 1999).

Split (pembelahan) yaitu suatu perlakuan terhadap kulit dengan cara membelahnya menjadi dua lapis atau lebih dengan maksud untuk memperoleh tebal yang dikehendaki. Kulit yang digunakan pada proses *split* (pembelahan) ini adalah jenis kulit setelah proses pengapuran, krom basah dan kulit jadi. Pada umumnya pembelahan kulit dilakukan dengan mesin pembelah dan menghasilkan kulit belahan bagian *nerf* atau *grain split* dan bagian daging (*flesh split*). Bagian yang tebal pada umumnya masih ada bagian yang disebut *split* bagian tengah (SII, 1980).

Hasil samping kulit dari proses *split* mencapai 11,5 persen dari bahan baku kulit mentah yang diproses (Dinas Perindustrian, 1998). Menurut Zeigler and Romans (1966), bobot kulit mentah sendiri sebesar 7 persen dari bobot sapi. Sapi normal pada umumnya memiliki bobot sebesar 300 kg. Bila dihitung dari bobot sapi, maka bobot kulit sapi *split* sebesar $300 \text{ kg} \times 7 \text{ persen} \times 11,5 \text{ persen} = 2,415 \text{ kg}$ atau 0,805 persen dari bobot sapi.

B. KOLAGEN

Kolagen merupakan komponen struktural utama pada serat-serat jaringan pengikat berwarna putih yang terdapat di dalam semua jaringan dan organ hewan dan berperan penting dalam penyusunan bentuk tubuh. Pada hewan mamalia, kolagen terdapat pada kulit, tendon, tulang rawan dan jaringan ikat lainnya. Jumlahnya mencapai 30 persen dari jumlah protein total yang terdapat dalam hewan vertebrata dan invertebrata (Ward dan Courts, 1977). Di bawah mikroskop, jaringan tersebut tampak sebagai serat putih buram yang dikelilingi oleh protein lain (Poppe, 1992).

Menurut Lehninger (1990), kolagen merupakan protein yang mengandung 35 persen *glisin* dan sekitar 11 persen *alanin* serta kandungan *prolin* yang cukup tinggi. Serat kolagen tidak larut dalam larutan alkali atau larutan garam netral dan nonelektrolit. Penyebaran kolagen dalam jaringan hewan mamalia disajikan pada Tabel 2, dengan kulit mengandung kolagen tertinggi, mencapai 89 persen, dibandingkan jenis jaringan lainnya.

Tabel 3. Penyebaran kolagen dalam jaringan hewan mamalia

Jenis jaringan	Kolagen (%)
Kulit	89
Tulang	24
Tendon	85
Aorta	23
Otot	2
Usus Besar	18
Lambung	23
Ginjal	5
Hati	2

Sumber : Ward dan Courts (1977)

Elemen dasar penyusun kolagen adalah tropokolagen yang terdiri dari tiga rantai polipeptida yaitu α , β dan γ . Kombinasi yang berbeda dari tiga rantai tersebut akan menghasilkan tipe molekul tropokolagen yang berbeda. Tropokolagen mempunyai bobot molekul 360.000 dengan panjang diameter masing-masing 3.000 \AA dan 14 \AA (Karlson, 1965). Struktur molekulnya sebanding dengan struktur *polyglisine* II atau *poly-L-proline* II, dengan rantai

heliks polipeptidanya distabilkan oleh ikatan hidrogen. Rantai asam aminonya merupakan pengulangan rantai *gly-pro-hypro*. Selain ikatan hidrogen, ikatan *van der waals* juga berperan dalam menstabilkan struktur (Poppe, 1992).

Kolagen perlu diberi perlakuan awal untuk mengubahnya menjadi bentuk yang dapat di ekstraksi. Kolagen akan terputus jika terkena asam kuat dan basa kuat, dan mengalami transformasi dari bentuk untaian tidak larut dan tidak tercerna menjadi gelatin yang dapat larut dalam air panas (Lehninger, 1990).

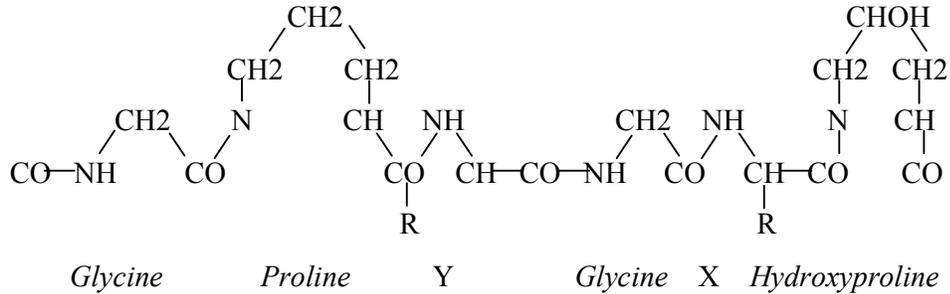
C. GELATIN

Nama gelatin berasal dari bahasa latin "*gelare*", berarti membuat beku dan merupakan senyawa yang tidak pernah terjadi secara alami. Gelatin adalah hidrokoloid yang berasal dari hewan yang berfungsi untuk meningkatkan kekentalan dan membentuk gel dalam berbagai produk pangan. Menurut Bennion (1980), gelatin merupakan produk utama dari pemecahan kolagen dengan pemanasan yang di kombinasi dengan perlakuan asam atau alkali. Gelatin sangat efektif dalam membentuk gel. Satu bagian gelatin dapat mengikat 99 bagian air untuk membentuk gel. Efektifitas gelatin sebagai pembentuk gel berasal dari susunan asam aminonya yang unik (Glicksman, 1969).

Gelatin merupakan protein tidak berwarna, transparan, substansi *amorf*, fleksibel pada kondisi kering, mengandung 16 hingga 18 persen air. Warna gelatin tergantung pada bahan baku yang digunakan, metode pembuatan, dan jumlah ekstraksi. Secara umum, warna gelatin tidak mempengaruhi kegunaannya (Glicksman, 1969). Gelatin akan mudah larut pada suhu 71,1 °C dan cenderung membentuk gel pada suhu 48,9 °C (King, 1969). Konsentrasi gelatin adalah faktor utama yang mempengaruhi pembentukan gel (Brown, 2000).

Gelatin akan mengembang beberapa kali dari volume awal jika dilarutkan dalam air dingin ataupun larutan asam maupun basa (Bogue, 1922). Asam amino dalam gelatin saling berikatan membentuk ikatan peptida. Rantai khusus dalam gelatin yaitu Gly-X-Y dimana X sebagian besar adalah prolin

dan Y sebagian besar hidroksiprolin. Struktur konfigurasi kimia gelatin ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi kimia gelatin (Poppe, 1992)

Menurut Ward dan Courts (1977), gelatin larut dalam air minimal pada suhu 49°C, atau biasanya pada suhu 60-70°C. Perendaman dalam air dingin menjadikan gelatin lunak dan berangsur-angsur menyerap air 5-10 kali bobotnya. Standar mutu gelatin dapat dilihat Tabel 4. Sifat gelatin tipe A dan tipe B dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Standar mutu gelatin nasional dan british Standard

Karakteristik Mutu	Syarat
Warna	Tidak Berwarna
Bau, rasa	Normal
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 100g/kg
Sulfit	Maksimum 1000 mg/kg
pH *	4,5 – 6,5
Viskositas *	1,5 – 7,5 cP
Kekuatan gel *	50 – 300 bloom

Sumber : Dewan Standarisasi Nasional (SNI 06.3735-1995) (1995);

* British Standar 757 (1975)

Tabel 5. Sifat gelatin tipe A dan tipe B

Sifat	Tipe A	Tipe B
Kekuatan gel (bloom)	75,0 – 300	75,0 – 275
Viskositas (cP)	2,00 – 7,50	2,00 – 7,50
Kadar abu (%)	0,30 – 2,00	0,05 – 2,00
pH	3,80 – 6,00	5,00 – 7,10
Titik isoelektrik	9,00 – 9,20	4,80 – 5,00

Sumber : Tourtelotte (1980)

Molekul gelatin mengandung tiga kelompok asam amino yang tinggi, yaitu sekitar sepertiganya terdiri dari residu asam amino glisin atau alanin, hampir seperempatnya adalah asam amino basa atau asam, dan seperempatnya lagi merupakan asam amino prolin dan hidroksiprolin. Proporsi yang tinggi dari residu polar ini membuat molekul gelatin mempunyai afinitas yang sangat tinggi terhadap air. Proporsi yang tinggi dari residu prolin dan hidroksiprolin menyebabkan molekul-molekul gelatin tidak mampu untuk melilit membentuk heliks seperti halnya pada kebanyakan molekul protein. Molekul-molekul gelatin ini membentuk molekul yang panjang dan tipis, suatu sifat yang sangat menguntungkan dalam proses pembentukan gel (Poppe, 1992). Komposisi asam amino gelatin disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Komposisi asam amino gelatin

Asam amino non esensial	Persentase (%)	Asam amino non esensial	Persentase (%)
Glisin	26,00 – 27,00	Arginin	8,60 – 9,30
Prolin	14,80 – 17,60	Lisin	4,10 – 5,90
Hidroksiprolin	12,60 – 14,40	Leusin	3,20 – 3,60
Asam glutamat	10,20 – 11,70	Valin	2,50 – 2,70
Alanin	8,70 – 9,60	Phenilalanin	2,20 – 2,26
Asam aspartat	5,50 – 6,80	Threonin	1,90 – 2,20
Serin	3,20 – 3,60	Isoleusin	1,40 – 1,70
Hidroksilisin	0,76 – 1,50	Methionin	0,60 – 1,00
Tirosin	0,49 – 1,10	Histidin	0,60 – 1,00
Sistin	0,10 – 0,20	Tritophan	0,00 – 0,03

Sumber : Tourtelotte (1980)

Gelatin umumnya digunakan dalam industri pangan dalam produk olahan daging, misalnya sosis. Gelatin sering digunakan untuk memperhalus dan menimbulkan struktur gel yang kenyal. Pada selai, gelatin juga

memperbaiki tampilan menjadi lebih menarik dengan lapisan berwarna bening, sekaligus melindunginya dari sinar dan oksigen, sehingga dapat menjadi lebih awet. Gelatin digunakan pada berbagai produk permen dan coklat untuk membuat makanan jenis ini menjadi kenyal dan lembut (Ward dan Courts 1977). Gelatin membantu mencegah pembentukan kristal-kristal es yang besar, sehingga tekstur es krim menjadi lembut. Gelatin juga dapat berfungsi untuk menjernihkan minuman, agar lebih menarik sekaligus menyerap zat-zat yang menyebabkan minuman itu menjadi berembun sehingga menimbulkan kesan kotor pada wadahnya.

Gelatin digunakan dalam pengolahan pangan lebih disebabkan karena sifat fisik dan kimia gelatin yang khas daripada nilai gizinya sebagai protein. Dalam industri pangan, gelatin dapat berfungsi sebagai pembentuk gel dan pengental makanan (*thickening and gelling agents for food*), pemantap emulsi (*stabilizer*), pengemulsi (*emulsifier*), penjernih, pengikat air dan pelapis (Ward dan Courts, 1977).

Pada industri non pangan, gelatin digunakan dalam pembuatan cangkang kapsul, sehingga obat menjadi lebih mudah ditelan. Pada industri fotografi, kristal perak halida yang sensitif terhadap sinar distabilkan di dalam larutan gelatin kemudian dilapiskan kepada lembaran film (Ward dan Courts, 1977). Gelatin juga dapat digunakan sebagai bahan pelapis (*coating*) untuk mengawetkan bahan makanan.

D. PROSES PEMBUATAN GELATIN

Berdasarkan proses pembuatannya gelatin dikelompokkan ke dalam dua tipe yaitu tipe A dan tipe B. Gelatin tipe A berasal dari bahan baku yang diberi perlakuan dengan perendaman asam, terutama kulit babi dan *ossein* (eropa). Gelatin tipe B berasal dari proses basa, terutama untuk kulit lembu dan tulang (Glicksman, 1969). Sumber bahan baku yang digunakan untuk pembuatan gelatin dapat berasal dari kulit babi, kulit sapi, kulit domba dan tulang (*ossein*).

Proses pembuatan gelatin dibagi dalam tiga tahapan, yaitu (i) persiapan bahan baku berupa penghilangan komponen non kolagen, (ii)

konversi kolagen menjadi gelatin, dan (iii) pemurnian, pemekatan dan pengeringan gelatin. Tahap persiapan bahan baku meliputi penghilangan komponen non kolagen dengan pencucian dan pengecilan bahan baku. Pengecilan ukuran bahan baku menyebabkan penanganan asam dan basa menjadi seragam. Pengecilan ukuran diperlukan untuk memperluas permukaan bahan sehingga proses dapat berlangsung lebih cepat dan sempurna (Ward dan Courts, 1977).

Proses pengapuran (*liming*) dilakukan untuk melunakkan kulit dan menghilangkan albumoid bagian luar seperti globulin, mukopolisakarida, albumin, karoten dan pigmen-pigmen (Glicksman, 1969). Menurut Ward dan Courts (1977), proses *liming* bertujuan untuk merusak atau memutuskan ikatan tertentu yang masih ada dalam kolagen dan untuk menghilangkan atau mengurangi material lain yang tidak diinginkan, seperti protein lain dan karbohidrat. Selama proses *liming*, lemak dikonversi menjadi sabun-sabun basa yang terlarut.

Proses pengapuran dilakukan dengan cara merendam kulit ke dalam larutan jenuh yang terdiri dari air sekitar 300 persen dan kapur sebanyak 5-10 persen, dari bobot kulit basah. Fahidin dan Muslich (1999) menyatakan bahwa proses pengapuran menghasilkan kapur bebas dan kapur terikat. Kapur bebas dibuang dengan mencuci menggunakan air biasa.

Proses *liming* berlangsung kurang lebih 6-20 minggu, secara normal berlangsung dari 8-12 minggu, tergantung pada (i) perlakuan yang diberikan pada kulit sebelumnya, (ii) ukuran *hide*, dan (iii) suhu *liming* (Poppe, 1992). Suhu proses *liming* tidak boleh lebih dari 20°C jika ingin menekan kehilangan kolagen. Jika suhu *liming* terlalu rendah, maka proses akan berjalan lambat sehingga membutuhkan waktu perendaman yang lebih lama. Menurut Glicksman (1969), kapur untuk perendaman basa ditambahkan ke dalam air perendam dengan jumlah secukupnya (5 hingga 15 persen) sehingga terbentuk larutan kalsium hidroksida.

Peningkatan waktu *liming* mengakibatkan pembukaan ikatan intramolekuler dan intermolekuler kolagen meningkat, sehingga pembukaan struktur kolagen lebih sempurna. Proses *liming* yang tidak dilakukan dengan

tepat dapat menyebabkan kelarutan kolagen dalam basa. Hal ini dapat menurunkan rendemen gelatin yang dihasilkan (Ward dan Courts, 1977).

Ekstraksi merupakan proses konversi untuk mengubah kolagen menjadi gelatin. Proses ekstraksi dilakukan pada temperatur 50-100°C atau lebih rendah (Ward dan Courts, 1977). Menurut Hinterwaldner (1977) ekstraksi tahap pertama biasanya dilakukan pada suhu 50-60 °C, untuk tahap selanjutnya suhu ekstraksi dinaikkan 5-10°C hingga ekstraksi terakhir suhunya mencapai titik didih air. Tahapan proses ekstraksi kolagen secara bertingkat dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tahapan proses ekstraksi kolagen secara bertingkat

Ekstraksi	Waktu (jam)	Suhu (°C)	Rendemen (%)
1	4-9	55-65	5-10
2	4-9	65-75	3-6
3	4-6	75-85	3-6
4	4-6	85-95	2-4
5	2-4	95-100	1-2
Total			14-28

Sumber : Glicksman (1969)

Pemisahan larutan koloidal dapat dilakukan dengan pemisahan secara kimiawi maupun pemisahan dengan penyaringan (filtrasi). Pemisahan secara kimiawi tidak biasa digunakan karena prosesnya mahal dan dapat menyebabkan kerusakan kualitas larutan gelatin. Proses penyaringan lebih efisien dengan memperhatikan sifat fisika kimia, endapan-endapan partikel dan suhu (Ward dan Courts, 1977).

Menurut Ward dan Courts (1977) proses pengeringan gelatin dapat dilakukan dengan *spray* maupun *roller dryer*. Suhu pengeringan dari 38-40 °C hingga maksimal 70°C. Pengeringan merupakan proses pengurangan air dalam larutan gelatin hingga dihasilkan gelatin yang berbentuk padatan.

Penelitian tentang gelatin telah dilakukan oleh Harijatmoko (2004) yang mengkaji pengaruh konsentrasi dan lama perendaman basa pada kulit terhadap sifat fisika kimia gelatin yang dihasilkan. Penelitian tersebut menggunakan kapur tohor (CaO) dengan konsentrasi 5, 10, dan 15 persen yang dikombinasikan dengan lama perendaman selama 6, 9, dan 12 minggu. Hasil terbaik dari penelitian Harijatmoko (2004) adalah gelatin dengan

kombinasi perlakuan dengan pemberian dosis kapur tohor 15 persen dan lama perendaman selama 6 minggu.

E. EVAPORASI

Salah satu perlakuan penting dalam pengolahan hasil-hasil pertanian adalah proses penurunan kadar air bahan. Panas yang diberikan untuk suatu produk basah dimaksudkan untuk mengubah air menjadi uap. Menurut Hall (1979) besarnya panas yang diberikan pada suatu produk tergantung dari suhu dan tekanan yang ada pada proses tersebut, penguapan air ini dapat terjadi pada kondisi tekanan atmosfer maupun pada kondisi vakum.

Penguapan merupakan proses yang melibatkan pindah panas dan pindah massa secara simultan. Dalam proses ini sebagian air akan diuapkan sehingga diperoleh suatu produk yang kental (konsentrat). Proses pindah panas dan pindah massa yang efektif akan meningkatkan kecepatan penguapan. Penguapan terjadi apabila suhu suatu bahan sama atau lebih tinggi dari titik didih cairan. Untuk produk makanan yang sensitif terhadap suhu tinggi, titik didih cairan atau pelarut harus diturunkan lebih rendah dari titik didih pada kondisi normal. Menurunkan titik didih pelarut atau cairan dilakukan dengan cara menurunkan tekanan di atas permukaan cairan menjadi lebih rendah dari tekanan atmosfer atau disebut vakum (Wirakartakusumah *et al.*, 1989).

Proses pemekatan larutan gelatin adalah proses penghilangan air dalam larutan gelatin hingga mencapai larutan gelatin pekat dengan volume 25 persen hingga 45 persen dari volume larutan sebelum dipekatkan (Karlson, 1965). Proses yang umum dilakukan dalam pemekatan gelatin adalah dengan metode evaporasi. Metode tersebut memiliki resiko kerusakan produk akibat pemanasan yang cukup lama karena gelatin merupakan produk yang sensitif terhadap suhu yang tinggi. Gelatin dapat mengalami kerusakan pada suhu diatas 80° C (Anne *et al.*, 2002).

Pada tekanan atmosfer (76 cmHg) air akan mendidih pada suhu 100°C, sehingga dalam suatu ruang hampa (vakum) kita dapat menguapkan air

pada suhu yang lebih rendah, sehingga kerusakan bahan dapat ditekan (Muchtadi, 1989).

Suatu sistem evaporator vakum memiliki empat elemen penting yaitu ruang vakum dengan konstruksi tertentu, alat-alat untuk mensuplai panas, alat-alat untuk mempertahankan kondisi hampa dan komponen-komponen untuk mengumpulkan uap air yang dievaporasikan dari bahan pangan (Rizana, 1997).

Menurut Wirakartakusumah (1989), bahan makanan yang sensitif terhadap panas, mutu produk akhirnya sangat dipengaruhi oleh proses evaporasi. Faktor evaporasi yaitu hubungan antara suhu dan waktu akan menentukan tingkat kerusakan akibat panas. Suhu evaporasi seharusnya serendah mungkin dengan waktu evaporasi juga sesingkat mungkin. Suhu didih yang rendah dapat dicapai dengan menggunakan tekanan rendah dan bersamaan dengan itu perbedaan suhu produk dengan suhu media juga dapat diturunkan.

F. EVAPORATOR *VACUUM*

Evaporator yang biasa digunakan dalam industri diklasifikasikan berdasarkan beberapa hal yaitu berdasarkan pada tekanan operasinya (vakum atau atmosfer), jumlah efek yang dipakai (tunggal atau jamak), jenis aliran konveksi (alami atau buatan) atau berdasarkan kontinuitas operasi (curah atau sinambung) (Iskandar, 2001).

Menurut Rizana (1997) evaporator dibuat dalam berbagai bentuk yang berbeda, salah satu diantaranya adalah evaporator vakum. Bagian utama pada evaporator vakum terdiri dari badan evaporator, permukaan pemanasan (penukar panas), kondensor dan penjebak uap air dan bagian pompa vakum.

Heldman *et al.* (1992) mengklasifikasikan evaporator menjadi evaporator pipa pendek atau kalandria (*short-tube or calandria evaporator*), evaporator pipa panjang vertikal dengan lapisan naik (*long-tube vertical, rising film evaporator*), evaporator pipa panjang vertikal dengan lapisan turun (*long-tube vertical, falling film evaporator*), *forced circulation evaporator*, evaporator lapisan tipis teraduk atau lapisan tersapu (*Wiped film/agitated thin-*

film evaporator), evaporator pelat datar (*plate evaporator*), evaporator sentrifugal atau kerucut (*centrifugal/conical evaporator*) dan evaporator suhu rendah (*low-temperature evaporator*)

Bentuk evaporator yang paling sederhana adalah evaporator tekanan atmosfer. Bahan pangan ditempatkan pada sebuah container yang dipanaskan. Uap yang dihasilkan dengan mudah akan menguap ke udara. Evaporator jenis ini mempunyai kecepatan evaporasi yang rendah dan tidak efisien dalam penggunaan energi. Karena sebagian besar bahan pangan sensitif terhadap panas, maka pemanasan pada suhu tinggi dalam waktu yang cukup lama dapat menimbulkan berbagai macam kerusakan.

Ward dan Courts (1977) menyatakan bahwa evaporasi gelatin harus memenuhi ketentuan seperti suhu evaporasi rendah, waktu kontak antara larutan gelatin dengan panas singkat dan mencegah pembentukan buih. Proses evaporasi dilakukan pada suhu 40-80°C, suhu yang digunakan harus di atas titik lelehnya dengan menggunakan vakum.

Prinsip kerja dari alat evaporator vakum adalah sebagai berikut. Cairan yang akan dipekatkan dimasukkan kedalam wadah *stainless steel* berbentuk bejana besar dengan kapasitas \pm 40 liter yang bawahnya terdapat ruang pemanas yang terdapat *heater* dan air. Pindah panas terjadi secara konveksi, uap air yang dihasilkan oleh *heater* akan merambat ke wadah bejana *stainless steel* sehingga menyebabkan suhu cairan yang dimasukkan meningkat dan terjadi penguapan. Uap air dari cairan tersebut menuju kondensor dan dikondensasikan oleh semprotan air pendingin dan dipindahkan kedalam bejana lain. Sehingga semakin lama kandungan air yang terdapat dalam cairan tersebut semakin berkurang.

Perlengkapan lain yang digunakan dalam operasi alat ini adalah termometer untuk mengukur suhu dan monovakumeter yang digunakan pada awal proses untuk membaca tekanan vakum dan selama proses untuk membaca tekanan uap.

III. METODE PENELITIAN

A. BAHAN DAN ALAT

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit sapi (kulit *split*) hasil samping industri penyamakan kulit dari PT. Muhara Dwitunggal Laju yang berada di kecamatan Citeureup, Bogor. Bahan baku pembantu adalah bahan kimia yang digunakan untuk pengujian karakteristik gelatin yang dihasilkan. Bahan kimia yang digunakan antara lain kapur tohor (CaO) untuk proses *liming*, NH_3SO_4 untuk netralisasi dan bahan-bahan untuk analisa gelatin seperti pada Lampiran 1. Sebagai bahan pembanding pada analisa mutu gelatin digunakan gelatin komersial (impor) tipe B yang diperoleh dari toko Alam Kimia di Jakarta Pusat.

Peralatan yang digunakan dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Peralatan untuk produksi

a. Drum

Digunakan sebagai wadah penampng kulit dalam proses persiapan bahan baku dan proses perendaman.

b. Alat pemotong kulit

Alat ini berupa konveyor berjalan dengan empat buah pisau pemotong. Dua pisau berada di pinggir alat dan dua buah lagi berada di tengah alat.

c. *Mollen*

Alat ini berfungsi sebagai mesin cuci dalam proses pencucian bahan baku kulit dan berbentuk bulat dengan penutup.

d. Ekstraktor

Alat ini berupa tabung besar yang terbuka mempunyai heater dan pengatur suhu.

e. Filter vakum

Alat ini berupa tabung filtrasi dengan kertas saring 100 mesh di atasnya. Proses filtrasi dilakukan dengan menghubungkan tabung dengan pompa vakum.

f. Evaporator vakum

Pada penelitian ini jenis evaporator yang digunakan adalah *Evaporator Vaccum* hasil rekayasa Laboratorium Teknologi Agroindustri, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (LTA-BPPT). Evaporator ini dirancang dengan kapasitas yang tidak terlalu besar tetapi dengan cara kerja yang sama dengan alat-alat yang digunakan di industri. Bagian-bagian alat ini diantaranya adalah tabung evaporator, kondensor, pompa untuk vakum, air pendingin, *heater* 3000 watt, dan lampu.

g. *Chiller*

Alat ini berupa lemari pendingin yang mempunyai dua bagian yaitu bagian atas dan bawah. Bagian bawah mempunyai suhu yang lebih rendah ($\pm 8^{\circ}\text{C}$) dari pada bagian atas ($\pm 10^{\circ}\text{C}$). Bagian bawah pada umumnya untuk bahan-bahan yang tidak tahan lama sementara pada bagian atas untuk bahan-bahan yang lebih tahan lama.

h. Alat ekstrusi

Ekstrusi dilakukan ketika gelatin telah membentuk gel. Gelatin dimasukkan ke dalam alat ekstrusi kemudian diberikan tenaga dorong hingga gelatin dimampatkan hingga ke dasar alat. Pada dasar alat ini terdapat lubang-lubang kecil tempat keluarnya gelatin.

i. Pengereng tipe rak

Pengereng ini berbentuk kotak dan menggunakan kipas serta kondensor untuk mengeringkan. Gelatin diletakkan pada rak-rak lalu dimasukkan ke dalamnya dan diatur suhu pengeringannya secara bertahap.

j. Blender

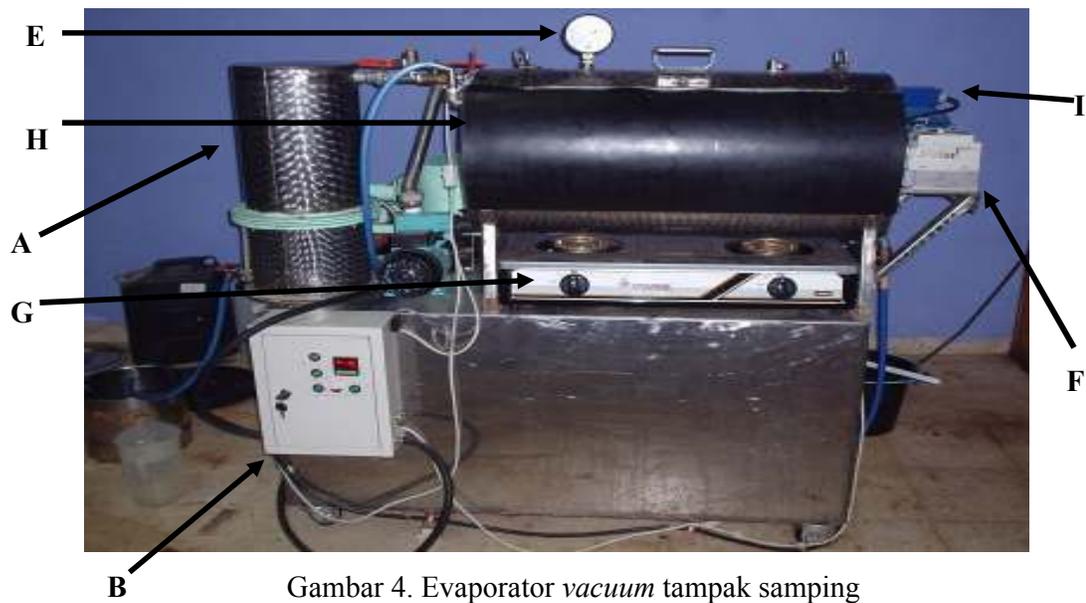
Blender yang digunakan adalah blender merk "National".

2. Peralatan untuk analisa

Peralatan yang antara lain desikator, pH meter, Chromameter Minolta CR 300, viscometer, termometer, *Stevens LFRA Texture Analyzer*, dan alat-alat lainnya seperti pada Lampiran 1.



Gambar 3. Evaporator *vacuum* tampak depan



Gambar 4. Evaporator *vacuum* tampak samping

Keterangan Gambar :

A. Kondensor

B. Panel kontrol

C. Pompa vakum

D. Pompa jet

E. Vacuum gauge

F. Agitator switch

G. Kompor gas

H. Tabung evaporator

I. Agitator motor

B. WAKTU DAN TEMPAT

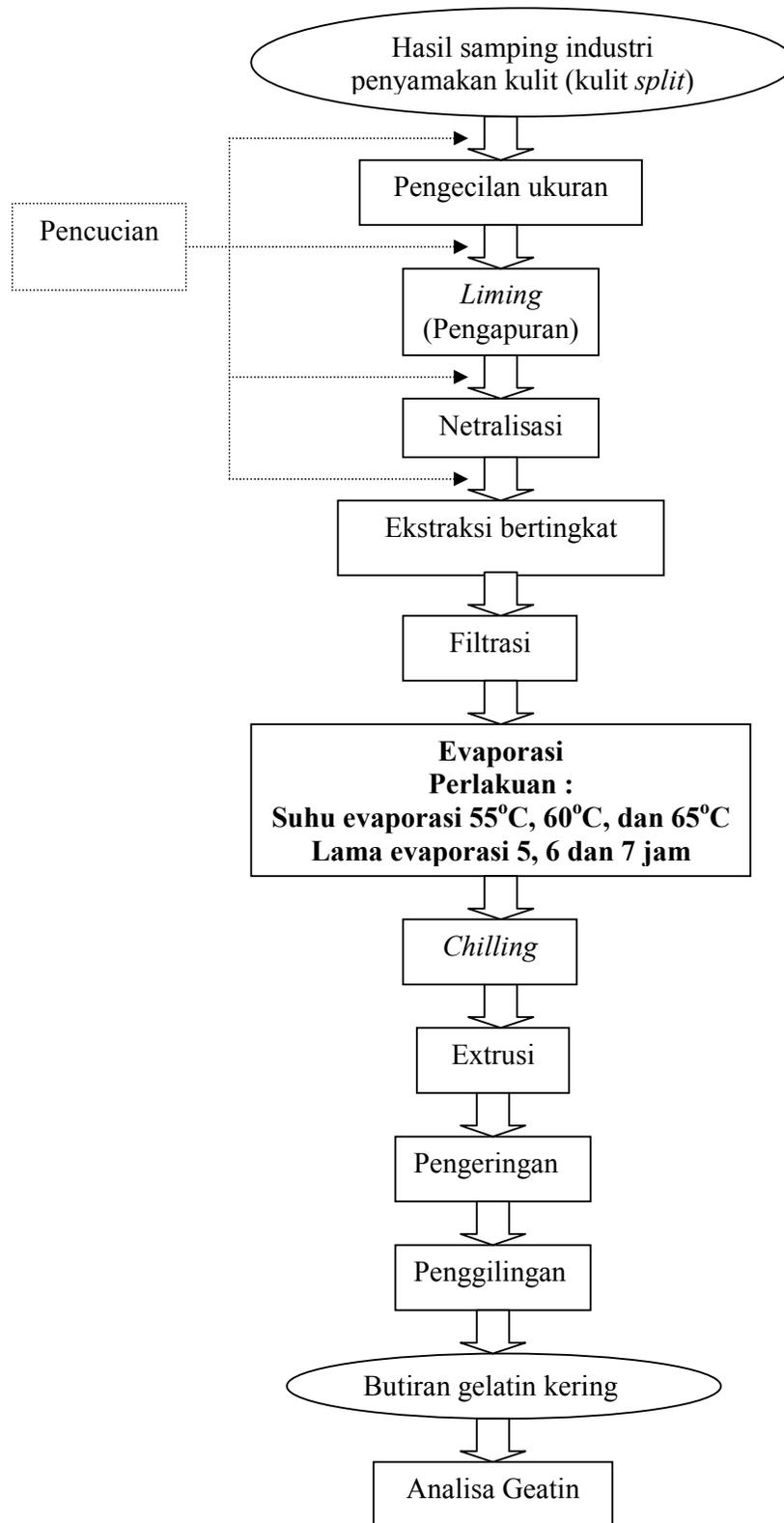
Penelitian dilakukan pada bulan Maret - September 2005. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Agroindustri Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (LTA-BPPT) yang terletak di kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK), Serpong, Tangerang; Laboratorium Pengemasan Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan PT. Muhara Dwitunggal Laju, Kecamatan Citeureup, Bogor.

C. METODE PENELITIAN

1. Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan dilakukan analisa komponen bahan baku yang digunakan yaitu kulit sapi *split*. Analisa yang dilakukan adalah analisa proksimat meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak dan kadar protein. Pada penelitian pendahuluan juga dilakukan penentuan taraf faktor yang hendak di teliti dari faktor suhu dan faktor lama evaporasi. Pencarian taraf faktor ini dengan metode *trial and error*.

Dasar dari pencarian taraf faktor suhu evaporasi adalah pendapat Ward & Courts (1977) yang menyatakan bahwa proses evaporasi gelatin dilakukan pada suhu 40°C hingga 80°C. Penentuan lama evaporasi berdasarkan pendapat Karlson (1965), proses pemekatan larutan gelatin adalah proses penghilangan air dalam larutan gelatin hingga mencapai larutan gelatin pekat dengan volume 25 persen hingga 45 persen dari volume larutan sebelum dipekatkan. Karena itu dicari lama evaporasi yang menghasilkan volume akhir gelatin sebesar 25 persen hingga 45 persen dari volume larutan sebelum di evaporasi.



Gambar 5. Diagram alir tahapan pembuatan gelatin dari kulit *split*

2. Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan berdasarkan hasil penelitian pendahuluan dalam menentukan kondisi evaporasi. Berdasarkan penelitian pendahuluan didapatkan selang suhu evaporasi yang masih memungkinkan untuk evaporasi gelatin yaitu antara 55°C hingga 65°C. Untuk faktor lama evaporasi didapatkan selang terbaik antara 5 hingga 7 jam. Di luar selang suhu dan lama evaporasi tersebut, gelatin yang dihasilkan menjadi kurang bagus atau rusak. Diagram alir proses pembuatan gelatin ditunjukkan pada Gambar 5.

a. Persiapan bahan baku

Tujuan : menyiapkan bahan baku

Kondisi : limbah kulit *split* yang akan digunakan untuk pembuatan gelatin terlebih dahulu dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran.

b. Pengecilan Ukuran

Tujuan : memudahkan penyerapan bahan kimia proses selanjutnya ke dalam kulit sehingga proses konversi kolagen lebih mudah

Kondisi : kulit dipotong-potong dengan menggunakan alat pemotong kulit.

c. Pencucian

Tujuan : mencuci kulit *split* hingga bersih dari bahan-bahan kimia dan kotoran

Kondisi : kulit dimasukkan ke dalam *mollen* lalu dicampurkan air kemudian *mollen* dinyalakan. Proses berlangsung selama semalaman dengan dilakukan penggantian air sesekali.

d. *Liming*

Tujuan : mengembangkan (*swelling*) serat kolagen

Kondisi : kulit direndam dalam drum berisi campuran air 400 persen dan CaO 15 persen selama 6 minggu sambil diaduk sesekali

e. Netralisasi

Tujuan : membuat pH kulit menjadi netral

Kondisi : mencuci kulit di dalam air mengalir dengan penambahan NH_3SO_4 (ZA) hingga pH kulit netral.

f. Ekstraksi

Tujuan : mengekstrak kolagen menjadi gelatin.

Kondisi : Air dimasukkan ke dalam ekstraktor lalu kulit yang telah dicampurkan air didalam panci besar juga dimasukkan ke dalam ekstraktor. Alat dinyalakan lalu diatur suhunya secara bertahap selama lima tahap.

g. Filtrasi

Tujuan : memisahkan kotoran dengan larutan gelatin.

Kondisi : larutan gelatin disaring diatas kertas saring 100 mesh dengan menggunakan pompa *vacuum*.

h. Evaporasi

Tujuan : memekatkan larutan gelatin

Kondisi : larutan gelatin di evaporasi dengan evaporator vakum pada suhu 55°C , 65°C , dan 75°C selama 5, 6, dan 7 jam.

i. *Chilling*

Tujuan : menurunkan suhu larutan gelatin setelah evaporasi

Kondisi : larutan gelatin di letakkan di dalam wadah plastik lalu disimpan di dalam *chiller* ($8-10^\circ\text{C}$) yang terdapat di laboratorium LTA-BPPT serpong.

j. Ekstrusi

Tujuan : memperkecil ukuran gelatin yang telah membentuk gel sehingga mudah untuk dikeringkan

Kondisi : gelatin di letakkan pada alat ekstrusi lalu di proses hingga ukuran gelatin menjadi kecil.

k. Pengeringan

Tujuan : mengeringkan gelatin

Kondisi : gelatin yang telah diekstrusi lalu di masukkan ke dalam pengering kemudian dikeringkan dengan suhu alat pengering meningkat secara bertahap.

l. Pengecilan ukuran gelatin

Tujuan : mengecilkan ukuran gelatin

Kondisi : gelatin yang telah dikeringkan diblender hingga menjadi serbuk lalu dikemas dalam plastik.

3. Analisa Gelatin

Analisa gelatin yang dilakukan pada beberapa tahapan proses yaitu :

- a. Analisa gelatin setelah evaporasi, meliputi kadar air, warna dan viskositas. Analisa ini untuk mengetahui secara langsung karakteristik gelatin yang dihasilkan dari proses evaporasi.
- b. Analisa gelatin akhir yang berupa serbuk meliputi kadar abu, kadar protein, konsentrasi Ca^{2+} , warna, viskositas, pH, stabilitas emulsi, dan kekuatan gel. Prosedur analisa gelatin disajikan pada Lampiran 1. Analisa gelatin akhir dilakukan untuk mengetahui karakteristik gelatin akhir yang berupa serbuk. Analisa ini juga untuk membandingkan gelatin yang dihasilkan dengan gelatin komersial dan standar gelatin menurut SNI dan British Standar.
- c. Pengamatan Evaporasi yaitu penetapan total air yang teruapkan, dan penetapan energi evaporasi.

D. RANCANGAN PERCOBAAN

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan tiga kali ulangan. Faktor-faktor yang terlibat dalam penelitian ini adalah faktor A adalah lama evaporasi yang terdiri dari tiga taraf yaitu 5 jam, 6 jam dan 7 jam. Faktor B adalah suhu evaporasi yang terdiri dari 3 taraf yaitu 55°C, 60°C, dan 65°C.

Total sampel = 27 sampel.

A : Suhu Evaporasi

A₁ : 55°C

A₂ : 60°C

A₃ : 65°C

B : Lama Evaporasi

B₁ : 5 Jam

B₂ : 6 jam

B₃ : 7 Jam

Model matematis untuk rancangan percobaannya adalah sebagai berikut (Gaspersz, 1994) :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{k(ijk)}$$

Y_{ijk} = peubah yang diukur

μ = rata-rata yang sebenarnya

A_i = pengaruh lama evaporasi

B_j = pengaruh suhu evaporasi

(AB)_{ij} = Pengaruh interaksi antara lama evaporasi dan suhu evaporasi

ε_{k(ijk)} = Kekeliruan karena anggota ke-k dari lama evaporasi ke-i dan suhu evaporasi ke-j

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PENELITIAN PENDAHULUAN

Menurut Fahidin dan Muslich (1999), kulit mengalami perlakuan awal dalam industri penyamakan kulit meliputi pengepresan (buang daging), perendaman (soaking), pengapuran (liming) dan pembelahan (*splitting*). Proses *splitting* adalah proses pembelahan kulit menjadi dua lapisan atau lebih untuk memperoleh tebal yang dikehendaki. Pada penelitian ini digunakan kulit hasil *splitting* dengan karakteristik seperti di bawah ini.

Tabel 8. Hasil analisa kulit hasil *splitting* (w/w)

Analisa	Besar (%)
Kadar air	36,78
Kadar abu	9,04
Kadar Protein	48,82
Kadar Lemak (b.k)	4,06

Pada penelitian pendahuluan juga dicari taraf suhu evaporasi dan lama evaporasi secara *trial and error*. Proses penentuan taraf suhu evaporasi di dasarkan pada pendapat Wards & Courts (1977) yang menyatakan bahwa proses evaporasi dilakukan pada suhu 40°C hingga 80°C. Namun menurut Anne *et al.* (2002), gelatin dapat rusak pada suhu 80°C, karena itu dipilih taraf faktor suhu evaporasi 55°C, 60°C dan 65°C. Setelah diamati pada suhu di bawah 55°C dengan menggunakan alat evaporator yang dimiliki oleh Laboratorium Teknologi Agroindustri-BPPT Serpong, gelatin tidak dapat mendidih sehingga tidak dapat dievaporasikan. Setelah suhu dinaikkan hingga 55°C gelatin baru dapat mendidih dan dapat dievaporasi. Pada evaporasi dengan suhu 70°C, alat evaporasi menunjukkan bahwa suhu tidak dapat tercapai. Suhu maksimum yang dapat dicapai hingga 69°C. Karena itu evaporasi dengan suhu 70°C dan di atasnya tidak dapat dilakukan.

Tabel 9. Hasil penelitian pendahuluan

Suhu	Jam ke	Air terkondensasi (A)	Volume Awal (B)	Volume Akhir	
		l	l	l	(%)
55°C	1	1,50	14,00	12,50	89,30
	2	1,60	12,50	10,90	77,90
	3	1,50	10,90	9,40	67,10
	4	1,20	9,40	8,20	58,60
	5	1,70	8,20	6,50	46,40
	6	1,70	6,50	4,80	34,30
	7	1,30	4,80	3,50	25,00
60°C	1	2,54	14,00	11,46	81,90
	2	2,08	11,46	9,38	67,00
	3	2,00	9,38	7,38	53,00
	4	2,00	7,38	5,38	38,40
	5	2,72	5,38	2,66	19,00
	6	0,80	2,66	1,86	13,30
	7	0,10	1,86	1,76	12,60
65°C	1	4,62	14,00	9,38	67,00
	2	2,66	9,38	6,72	48,00
	3	4,30	6,72	2,42	17,30
	4	0,60	2,42	1,82	13,00
	5	0,00	1,82	1,82	13,00
	6	0,30	1,82	1,52	10,90
	7	0,01	1,52	1,51	10,80

Pada penentuan taraf lama evaporasi didapatkan hasil seperti pada Tabel 9. Dasar penentuan taraf faktor ini adalah pendapat Karlson (1965) yang menyatakan bahwa pemekatan gelatin dilakukan hingga volume akhir gelatin sebesar 25 persen hingga 45 persen dari volume gelatin sebelum pemekatan. Dari Tabel 9. terlihat bahwa pada suhu 55°C mulai jam ke 5 (46,4 %) hingga jam ke 7 (25 %) proses evaporasi gelatin telah sesuai dengan pendapat Karlson. Karena itu dipilih taraf lama evaporasi 5, 6 dan 7 jam.

B. PENELITIAN UTAMA

Pada penelitian utama proses ekstraksi dilakukan dalam lima tahap dengan variasi waktu ekstraksi adalah 5 jam, 4 jam, 3 jam, 2 jam dan 1 jam. Suhu awal ekstraksi dimulai pada suhu 55°C (suhu produk) yang semakin meningkat tiap tahapnya dan suhu pada tahap akhir ekstraksi pada suhu 95°C. Pada penelitian utama ini diteliti : 1) analisa gelatin setelah evaporasi 2) analisa gelatin akhir yang berupa serbuk dan 3) pengamatan evaporasi

1. Analisa Gelatin Setelah Evaporasi

Analisa gelatin setelah evaporasi bertujuan untuk mengamati karakteristik gelatin yang dihasilkan secara langsung setelah proses evaporasi. Analisa yang diamati antara lain kadar air, viskositas dan warna. Melalui tiga analisa ini dianggap cukup untuk mengetahui karakteristik gelatin setelah evaporasi.

a. Kadar Air

Nilai kadar air menunjukkan persentase air yang terdapat dalam bahan baik air bebas maupun air terikat yang dapat diuapkan. Menurut Setijahartini (1985), bagian air yang terdapat dalam bahan basah terdiri dari air bebas, air terikat fisis dan air terikat secara kimia. Air bebas dinyatakan dengan a_w , merupakan air pada permukaan bahan padat yang dapat dengan mudah dihilangkan dan dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba. Di dalam makanan juga terdapat air terikat (*bound water*) yaitu air yang terdapat dalam tenunan bahan yang sulit diuapkan dan dihilangkan karena terikat di dalam bahan.

Analisa kadar air dilakukan dengan melakukan pengeringan di dalam oven dengan suhu di atas suhu titik didih air hingga berat bobot bahan konstan. Bahan yang di analisa adalah gelatin hasil evaporasi yang masih berupa gel. Nilai rata-rata kadar air yang diperoleh adalah 51,2 persen. Nilai rata-rata kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan suhu evaporasi 55°C dan lama evaporasi 5 jam sebesar 89,06 persen. Nilai kadar air terendah pada suhu 65°C dan lama evaporasi 7 jam sebesar 13,2 persen.

Hasil analisis ragam menunjukkan faktor suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi kedua faktor berbeda nyata pada selang kepercayaan 99 % (Lampiran 3). Hasil ini memperlihatkan bahwa terdapat keragaman kadar air gelatin setelah evaporasi karena pengaruh suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi kedua faktor dengan tingkat kesalahan analisa ragam sebesar 1 % (0,01). Hasil analisa ragam

ini memperlihatkan perlu dilakukan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda keragamannya. Hasil uji lanjut Duncan diperlihatkan pada Lampiran 3a, 3b dan 3c.

Pengaruh suhu evaporasi pada uji Duncan menunjukkan perlakuan 65°C memberikan nilai kadar air terendah yaitu 30,89 persen, dan dengan menurunnya perlakuan suhu evaporasi, kadar air pun meningkat menjadi 53,36 persen untuk suhu 60°C dan 69,33 persen untuk suhu 55°C seperti terlihat pada Tabel 10. Untuk setiap perlakuan suhu evaporasi yaitu 55°C, 60°C dan 65°C ketiganya saling berbeda nyata pada selang 99 persen. Hasil ini berarti dari tiap-tiap taraf faktor suhu evaporasi (55°C, 60°C, 65°C) berpengaruh terhadap kadar air gelatin setelah evaporasi. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu evaporasi maka semakin banyak air yang diuapkan seperti terlihat pada data total air teruapkan pada Tabel 24.

Tabel 10. Nilai rata-rata analisa kadar air (%) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	89,06 ^e	66,63 ^d	52,31 ^c	69,33 ^a
60°C	58,55 ^d	53,64 ^d	47,88 ^c	53,36 ^b
65°C	45,91 ^{bc}	33,59 ^b	13,2 ^a	30,89 ^c
Rataan	64,51 ^a	51,30 ^b	37,79 ^c	51,20

Keterangan : Superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Hasil uji lanjut Duncan terhadap perlakuan lama evaporasi masing-masing taraf faktor yaitu 5 jam, 6 jam dan 7 jam saling berbeda nyata pada selang 99 persen. Hasil ini memperlihatkan tiap taraf faktor lama evaporasi (5 jam, 6 jam, 7 jam) berpengaruh terhadap kadar air gelatin setelah evaporasi. Hal ini disebabkan semakin lama evaporasi maka semakin banyak air yang diuapkan seperti terlihat pada Tabel 24. Nilai kadar air terendah pada perlakuan 7 jam dan tertinggi pada 5 jam. Hasil uji lanjut Duncan ini menunjukkan bahwa perlakuan faktor suhu

dan lama evaporasi memberikan pengaruh yang berbeda-beda tiap taraf faktornya terhadap kadar air gelatin setelah evaporasi.

Hasil uji lanjut Duncan terhadap interaksi faktor suhu dan lama evaporasi menunjukkan bahwa nilai kadar air tertinggi pada perlakuan suhu 55°C dan lama evaporasi 5 jam yaitu 89,06 persen. Antara perlakuan suhu 55°C lama evaporasi 6 jam, suhu 60°C lama evaporasi 5 dan 6 jam tidak menunjukkan pengaruh nyata rata-rata kadar air, yaitu antara 53,64 hingga 66,63 persen pada selang 99 persen. Uji Duncan terhadap suhu evaporasi memperlihatkan bahwa kadar air tertinggi pada suhu 55°C dengan lama evaporasi 5 jam.

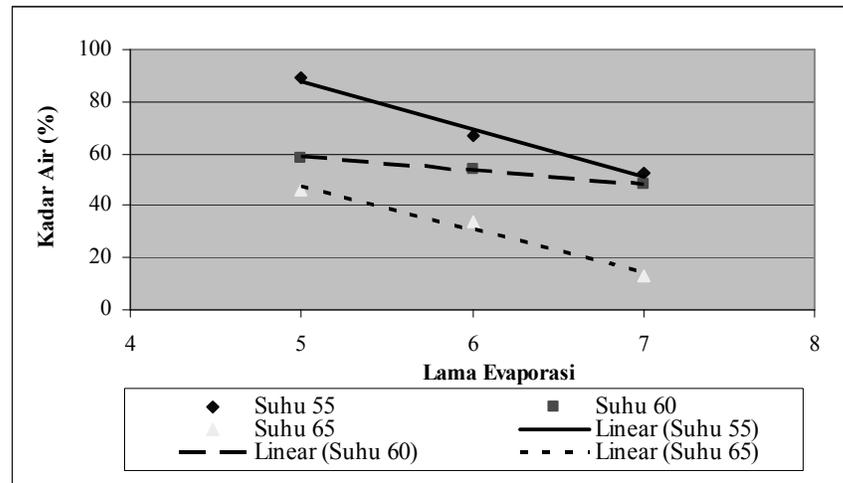
Salah satu pertimbangan penting pada penentuan perlakuan terbaik untuk variabel kadar air adalah nilai kadar air yang tepat. Hal ini agar proses setelah evaporasi seperti ekstrusi dan pengeringan dapat berlangsung dengan baik. Apabila kadar air terlalu tinggi maka proses ekstrusi tidak dapat berlangsung baik karena gelatin akan cepat mencair dan proses pengeringan akan memakan waktu cukup lama. Bila kadar air rendah maka proses ekstrusi sulit dilakukan akibat kerasnya bahan.

Proses ekstrusi dan pengeringan gelatin setelah evaporasi dapat berjalan dengan baik bila kadar air gelatin setelah evaporasi sekitar 75 persen. Perlakuan suhu 55°C dan lama evaporasi 6 jam mempunyai nilai kadar air yang paling mendekati 75 persen (66,63 persen). Perlakuan terbaik untuk variabel kadar air gelatin setelah evaporasi adalah perlakuan suhu 55°C dan lama evaporasi 6 jam. Kadar air yang terlalu rendah menyebabkan proses ekstrusi sulit untuk dilakukan.

Pada perlakuan 55°C dan lama evaporasi 5 jam terlihat mempunyai nilai kadar air tertinggi (89.06 persen) dan melebihi syarat kadar air yang baik untuk proses ekstrusi dan pengeringan. Akibatnya perlakuan ini memerlukan proses *chilling* yang lebih lama dari pada perlakuan lainnya untuk mengurangi kadar airnya hingga 75 persen sehingga proses ekstrusi dapat dilakukan.

Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa interaksi antara lama evaporasi dan lama evaporasi membentuk garis linier. Kadar air gelatin

setelah evaporasi semakin menurun seiring dengan semakin lamanya evaporasi. Hal ini karena semakin lama evaporasi, maka semakin banyak air yang diuapkan.



Gambar 6. Pengaruh suhu dan lama evaporasi terhadap kadar air gelatin setelah evaporasi

b. Warna

Warna memiliki arti dan peranan yang penting dalam komoditas pangan dan hasil pertanian lainnya. Peranan ini sangat nyata sebagai daya tarik, tanda pengenal dan atribut mutu. Pengukuran warna ini dilakukan dengan menggunakan alat *chromameter Minolta CR 300*. Hasil pengukuran warna diperoleh tiga nilai yang diubah menjadi tiga notasi warna yaitu L, a dan b. Notasi warna ini memberikan angka-angka yang berbeda. Angka-angka ini kemudian dibandingkan dengan komponen-komponen warna dalam diagram uji warna seperti terdapat pada Lampiran 19.

Nilai L merupakan parameter yang menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik putih, abu-abu dan hitam (Soekarto, 1990). Parameter ini memperlihatkan tingkat kecerahan (light) dari suatu bahan dengan kisaran dari 0 (hitam) sampai 100 (putih). Nilai kecerahan (L) dapat dilihat pada Tabel 11.

Parameter kecerahan dari hasil sembilan kombinasi perlakuan suhu dan lama evaporasi memiliki rata-rata berkisar antara 46,35 sampai

56,61. Nilai kecerahan tertinggi terdapat pada kombinasi suhu 55°C dan lama evaporasi 5 jam dengan nilai 56,61. Semakin tinggi nilai residu mineral yang terbawa dalam gelatin akan semakin mempengaruhi tingkat kecerahan gelatin yang dihasilkan (Harijatmoko, 2004).

Tabel 11. Nilai rata-rata kecerahan (L) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	56,61	52,13	54,25	54,33
60°C	47,74	46,53	46,91	47,10
65°C	47,23	46,34	50,77	48,12
Rataan	50,53	48,34	50,64	49,84

Hasil analisis ragam pada Lampiran 4 menunjukkan bahwa pengaruh suhu, lama evaporasi dan interaksi kedua faktor tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap nilai kecerahan (L) gelatin setelah evaporasi. Tidak adanya pengaruh nyata dari hasil analisa ragam menunjukkan bahwa notasi warna L tingkat kecerahan gelatin secara evaporasi seragam. Hal ini berarti proses evaporasi dengan perlakuan suhu dan lama evaporasi pada penelitian ini tidak mempengaruhi kecerahan gelatin setelah evaporasi. Perlakuan terbaik pada analisis adalah perlakuan dengan nilai L tertinggi yaitu suhu evaporasi 55°C dan lama evaporasi 5 jam.

Notasi warna a menyatakan warna kromatik dari hijau-merah dengan nilai +a dari 0 hingga 60 untuk merah dan nilai -a dari 0 hingga (-60) untuk warna hijau. Rata – rata nilai notasi warna (a) gelatin setelah evaporasi sebesar -9.18. Nilai (a) gelatin setelah evaporasi bila dilihat dengan diagram pada Lampiran 19 terlihat cenderung berwarna ungu. Data hasil pengukuran untuk notasi warna a tercantum dalam Tabel 12.

Hasil analisis ragam pada Lampiran 5 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata antara suhu evaporasi terhadap notasi warna a. Hal ini memperlihatkan bahwa terdapat perlakuan suhu evaporasi yang saling berbeda. Setelah dilakukan uji Duncan (Lampiran 5a) terlihat bahwa perlakuan suhu 55°C, 60°C dan 65°C saling berbeda nyata.

Tabel 12. Nilai rata-rata notasi warna (a) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	-10.93	-10.15	-10.05	-10.38 ^a
60°C	-8.78	-9.1	-8.3	-8.7 ^b
65°C	-8.57	-8.52	-8.32	-8.47 ^c
Rataan	-9.43	-9.23	-8.88	-9.18

Keterangan : Superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Nilai notasi b menyatakan warna kromatik biru dan kuning dengan nilai b positif untuk warna kuning dan nilai b negatif untuk warna biru. Nilai rata-rata notasi b dari analisa gelatin setelah evaporasi berkisar antara 34 sampai 43,08. Nilai rata-rata notasi b tertinggi terdapat pada suhu 55°C dan lama evaporasi 6 jam dan nilai rata-rata terendah pada suhu 65°C dan lama evaporasi 6 jam. Nilai rata-rata notasi b ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Nilai rata-rata notasi warna (b) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	40,34	43,08	39,23	40,88
60°C	34,70	33,46	34,67	34,27
65°C	34,15	34,00	38,04	35,39
Rataan	36,39	36,85	37,31	36,85

Nilai b yang tinggi pada gelatin setelah evaporasi ini menunjukkan bahwa gelatin yang dihasilkan lebih berwarna kuning. Warna kuning yang dihasilkan bisa dipengaruhi oleh banyaknya dosis dan lama perendaman pada proses *liming* (Harijatomoko, 2004). Hasil analisis ragam nilai notasi b menunjukkan bahwa suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh yang nyata pada nilai notasi warna b (Lampiran 6). Hasil analisa ragam ini memperlihatkan perlakuan terbaik untuk notasi warna b pada suhu evaporasi 55°C dan lama evaporasi 6 jam. Perlakuan ini memiliki nilai notasi warna b tertinggi. Menurut Poppe (1992), warna gelatin yang

diperoleh dipengaruhi oleh bahan baku, proses yang dilakukan dan jumlah ekstraksi.

Nilai a dan b tidak dapat dipisahkan untuk melihat warna dari produk. Karena itu dari nilai a dan b perlu dihitung $^{\circ}\text{Hue}$ dengan rumus :

$^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1} (b/a)$, dimana jika hasil:

18-54 $^{\circ}$ maka produk berwarna *red* (R)

54-90 $^{\circ}$ maka produk berwarna *yellow red* (YR)

90-126 $^{\circ}$ maka produk berwarna *yellow* (Y)

126-162 $^{\circ}$ maka produk berwarna *yellow green* (YG)

162-198 $^{\circ}$ maka produk berwarna *green* (G)

198-234 $^{\circ}$ maka produk berwarna *blue green* (BG)

234-270 $^{\circ}$ maka produk berwarna *blue* (B)

270-306 $^{\circ}$ maka produk berwarna *blue purple* (BP)

306-342 $^{\circ}$ maka produk berwarna *purple* (P)

342-18 $^{\circ}$ maka produk berwarna *red purple* (RP)

Tabel 14. Nilai a, b dan $^{\circ}\text{h}$ (Hue) gelatin setelah evaporasi

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55 $^{\circ}\text{C}$	74,841	76,741	75,629	75,737
60 $^{\circ}\text{C}$	75,800	74,786	76,536	75,707
65 $^{\circ}\text{C}$	75,953	75,933	77,662	76,516
Rataan	75,531	75,82	76,609	75,987

Hasil perhitungan dari $^{\circ}\text{Hue}$ pada Tabel 14 terlihat bahwa gelatin yang dihasilkan cenderung berwarna merah kekuning-kuningan (*yellow red / YR*). Nilai $^{\circ}\text{Hue}$ menunjukkan sudut a dan b seperti terlihat pada diagram uji warna pada Lampiran 19.

c. Viskositas

Viskositas menunjukkan aliran (*rheologi*) larutan bahan terhadap proses pengadukan yang diberikan. Viskositas larutan gelatin sangat tergantung pada interaksi hidrodinamik antar molekul gelatin, kontribusi pelarut dan molekul gelatin (Stainsby, 1977). Hasil analisa

viskositas gelatin menunjukkan viskositas gelatin setelah evaporasi berkisar antara 7 hingga 15,5 cP (Tabel 15). Viskositas diukur pada konsentrasi dan suhu yang seragam yaitu pada konsentrasi 6,67 % (b/b) dan suhu 60°C.

Tingginya nilai viskositas yang dihasilkan bisa disebabkan karena adanya residu mineral yang masih terdapat pada kulit *split*. Residu mineral yang tertinggal di dalam gelatin dapat mempengaruhi karakteristik gelatin yang dihasilkan (Glicksman, 1969). Penggunaan NH₃SO₄ dalam proses netralisasi juga dapat menyebabkan konsentrasi gelatin menjadi tinggi. Perlakuan suhu 65°C dan lama evaporasi 7 jam memiliki nilai viskositas tertinggi (15,5 cP) dikarenakan proses evaporasi yang lama sehingga konsentrasi gelatin yang dihasilkan sangat tinggi. Nilai viskositas yang tinggi menunjukkan kuatnya ikatan kimia antar molekul dalam pelarut.

Tabel 15. Nilai rata-rata analisa viskositas (cp) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	7,50 ^a	7,00 ^a	7,83 ^a	7,44 ^a
60°C	7,20 ^a	12,2 ^c	10,83 ^b	10,10 ^b
65°C	13,33 ^d	12,50 ^{cd}	15,50 ^e	13,78 ^c
Rataan	9,33 ^a	10,56 ^b	11,40 ^c	10,43

Keterangan : Superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Data pada Tabel 15 menunjukkan semakin lama proses evaporasi maka semakin tinggi viskositas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu evaporasi dan semakin lama evaporasi maka semakin banyak terjadi pemutusan ikatan di dalam protein gelatin menjadi monomer-monomer peptida. Monomer-monomer ini pada saat pendinginan akan membentuk jaringan tiga dimensi antara ikatan primer dari gugus-gugus fungsional dengan ikatan sekunder dari ikatan hidrogen (Glicksman, 1969). Semakin banyak monomer yang terputus maka ikatan yang terjadi akan semakin banyak yang menyebabkan jaringan tiga dimensi ini menjadi lebih solid. Molekul-molekul secara

individu bergabung dalam lebih dari satu bentuk kristalin membentuk jaringan tiga dimensi yang menjerat cairan (Fardiaz, 1989). Struktur kristalin di dalam gelatin ini menyebabkan struktur gelatin menjadi lebih kokoh dan kelarutan gelatin dalam air menjadi lebih tinggi. Karena itu pada perlakuan suhu yang lebih tinggi viskositas gelatin yang dihasilkan semakin tinggi.

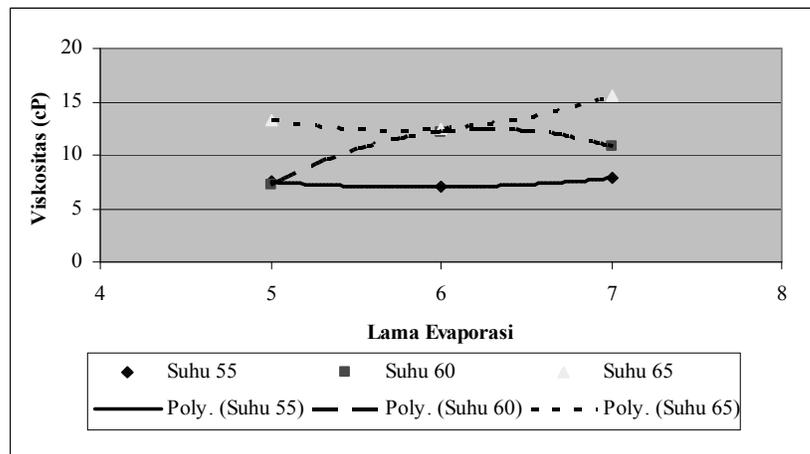
Semakin tingginya nilai viskositas seiring dengan semakin tingginya suhu evaporasi dan lama evaporasi juga disebabkan semakin tinggi suhu evaporasi dan semakin lama evaporasi maka semakin banyak air yang diuapkan atau semakin rendah kadar air yang dihasilkan. Semakin banyak air yang diuapkan maka semakin tinggi total padatan yang dihasilkan sehingga meningkatkan konsentrasi larutan gelatin. Menurut Glicksman (1969), beberapa faktor yang dapat mempengaruhi viskositas antara lain konsentrasi, suhu, perlakuan suhu atau kimia sebelumnya dan ada tidaknya elektrolit dalam larutan. Semakin tinggi konsentrasi gelatin menyebabkan semakin tinggi viskositas gelatin yang dihasilkan (Poppe, 1992). Semakin tinggi konsentrasi menyebabkan ruang gerak antar molekul gelatin semakin sempit. Penyempitan ruang gerak gelatin menyebabkan semakin meningkatnya nilai viskositas gelatin.

Menurut King (1969) suhu gelatinisasi gelatin tercapai pada suhu 48,9°C. Pada saat gelatinisasi gelatin perlahan-perlahan berubah fase dari fase cair menjadi fase gel yang lebih kental. Perubahan ini menyebabkan nilai viskositas gelatin meningkat karena menjadi lebih kental. Setelah suhu gelatinisasi tercapai apabila dilanjutkan pemanasan terus-menerus menyebabkan viskositas gelatin menjadi semakin tinggi. Keadaan ini berlanjut hingga gelatin menjadi rusak. Menurut Anne (2002), gelatin mulai rusak pada suhu 80°C. Ketika gelatin rusak susunan rantai molekul gelatin menjadi rusak dan dapat menurunkan tingkat kelarutannya.

Glicksman (1969), menyatakan bahwa yang terjadi pada gelatin saat pemanasan adalah pecahnya molekul agregat gelatin sehingga air

dapat masuk dan terperangkap di antara molekul – molekul tersebut, dengan demikian gelatin dapat larut dan menjadi larutan yang kental. Interaksi antara air dan protein dalam gelatin akan membentuk ikatan hidrogen yang terjadi antara molekul air dan ikatan peptida (-CONH-). Protein tersebut akan larut dan membentuk koloid. Gelatin yang sudah larut dan dipanaskan ini disebut dengan sol (Gaman dan Sherrington, 1990). Sol akan berubah membentuk gel dengan adanya pendinginan. Pada saat pendinginan, terbentuk ikatan antara molekul protein yang akan mengikat molekul air yang ada di sekeliling molekul protein sehingga terbentuk padatan yang elastis (Brown, 2000).

Hasil analisis ragam menunjukkan nilai viskositas gelatin setelah evaporasi berbeda nyata terhadap faktor suhu, lama evaporasi dan interaksi antara kedua faktor pada selang 99 % (Lampiran 7). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat keragaman viskositas pada gelatin setelah evaporasi akibat pengaruh suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi keduanya. Karena itu perlu dilakukan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perlakuan mana yang tidak seragam.



Gambar 7. Pengaruh suhu dan lama evaporasi terhadap viskositas gelatin setelah evaporasi

Hasil uji lanjut Duncan terhadap interaksi kedua faktor menunjukkan perlakuan suhu 55°C dengan lama evaporasi 5 jam, 6 jam dan 7 jam tidak menunjukkan pengaruh nyata dengan perlakuan suhu 60°C lama evaporasi 5 jam (Lampiran 7c). Hasil uji lanjut Duncan

didapatkan nilai viskositas tertinggi terdapat pada perlakuan suhu 65°C dan lama evaporasi 7 jam. Karena itu perlakuan ini terpilih menjadi perlakuan terbaik. Gambar 7 memperlihatkan bahwa nilai viskositas yang dihasilkan cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya suhu dan lama evaporasi. Peningkatan ini mengikuti pola polynomial.

2. Analisa Gelatin Akhir

Analisa gelatin akhir adalah analisa gelatin yang telah selesai diproduksi yang berupa serbuk. Analisa yang dilakukan meliputi penghitungan kadar abu, kadar protein, pH, viskositas, warna, stabilitas emulsi, kekuatan gel (gel strength), konsentrasi Ca^{2+} , dan rendemen.

a. Kadar Abu

Kadar abu menunjukkan jumlah bahan anorganik yang terdapat dalam bahan organik. Kadar abu dipengaruhi oleh jumlah ion-ion anorganik yang terdapat dalam bahan selama proses berlangsung. Kadar abu di dalam gelatin, antara lain dipengaruhi oleh metode pembuatan dan bahan kimia pendukung (non organik) yang digunakan selama proses pembuatan gelatin.

Berdasarkan analisa kadar abu diperoleh kisaran antara 2,02 hingga 3,61 persen (Tabel 16) dengan rata-rata keseluruhan 2,57 persen. Nilai ini masih tinggi dibandingkan dengan hasil analisa gelatin kadar abu gelatin komersial sebesar 2,32 persen (Lampiran 2b). Berdasarkan SNI (1995) kadar abu gelatin maksimum 3,25 persen. Berdasarkan data kadar abu yang diperoleh terdapat satu sampel yaitu perlakuan 55°C dan lama evaporasi 5 jam yang memiliki nilai kadar abu di luar standar SNI (3,61 persen).

Nilai kadar abu yang tinggi hingga 3,61 persen menunjukkan tingginya ion-ion anorganik yang terdapat pada bahan sehingga kualitas gelatin menurun. Ion-ion anorganik ini berasal dari bahan-bahan kimia yang digunakan selama proses berlangsung. Kadar abu yang tinggi juga

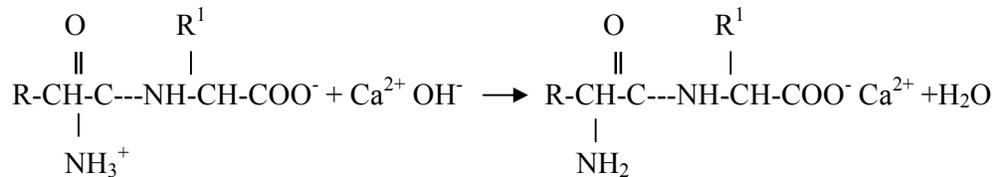
dapat disebabkan kadar abu kulit *splitting* awal yang cukup tinggi sebesar 9,04 persen. Tidak sempurnanya proses filtrasi dan pencucian menyebabkan banyak serbuk-serbuk mineral halus yang lolos dari penyaringan yang terbawa dalam filtrat gelatin.

Tabel 16. Nilai rata-rata analisa kadar abu (%) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	2,07	2,69	2,69	2,48
60°C	3,61	2,44	2,37	2,81
65°C	2,79	2,02	2,44	2,42
Rataan	2,82	2,38	2,50	2,57

Berdasarkan data Tabel 16 terlihat bahwa kadar abu yang dihasilkan untuk masing-masing perlakuan serupa, karena evaporasi tidak menyebabkan abu menjadi uap. Analisa memperlihatkan perlakuan suhu evaporasi 65°C dan lama evaporasi 6 jam merupakan perlakuan terbaik. Hal ini dikarenakan perlakuan ini memiliki kadar abu yang paling rendah di antara perlakuan lainnya.

Menurut Christianto (2001), komponen larutan basa (CaO) yang digunakan sebagai larutan perendam dapat menyebabkan meningkatnya kadar abu gelatin yang dihasilkan, terutama dalam bentuk garam-garam karboksilat. Reaksi pembentukan garam kalsium karboksilat disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Reaksi pembentukan garam kalsium karboksilat

b. Konsentrasi Ca^{2+}

Keberadaan ion-ion Ca^{2+} dapat menurunkan fungsi gelatin sebagai *stabilizer* dan *emulsifier*. Pengukuran kandungan ion Ca^{2+} berguna untuk menentukan jumlah elektrolit bebas yang dapat mempengaruhi struktur kimia gelatin yang dihasilkan sehingga dapat menurunkan kualitas gelatin. Pengukuran Ca^{2+} dengan melarutkan abu dalam asam dan membakar larutan tersebut kemudian menangkap sinar yang dihasilkan dari pembakaran.

Nilai konsentrasi Ca^{2+} dalam gelatin yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 0,14 hingga 0,47 persen. Secara keseluruhan nilai rata-rata konsentrasi gelatin adalah 0,24 persen seperti terlihat pada Tabel 17. Berdasarkan Lampiran 8 terlihat bahwa suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi keduanya tidak menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap nilai konsentrasi Ca^{2+} .

Berdasarkan perbandingan dengan nilai kadar abu yang dihasilkan untuk gelatin akhir terlihat bahwa konsentrasi Ca^{2+} gelatin akhir cukup kecil dibandingkan dengan nilai kadar abu. Terlihat juga bahwa perlakuan 60°C selama 5 jam memiliki nilai konsentrasi Ca^{2+} tertinggi sebesar 0,47 persen. Hal ini sesuai dengan nilai kadar abu nya yang paling tinggi sebesar 3,61 persen (Tabel 16).

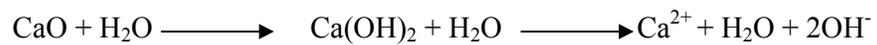
Tabel 17. Nilai rata-rata analisa konsentrasi Ca^{2+} (%) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	0,15	0,24	0,15	0,18
60°C	0,47	0,26	0,23	0,32
65°C	0,29	0,14	0,26	0,23
Rataan	0,30	0,21	0,21	0,24

Nilai konsentrasi Ca^{2+} yang cukup kecil dibandingkan dengan nilai kadar abu menunjukkan bahwa banyak terdapat komponen lain yang terdapat pada gelatin akhir. Komponen ini bisa berupa residu mineral dari kulit *split* yang masih tertinggal atau dari proses filtrasi

yang kurang sempurna saat ekstraksi gelatin akibat larutnya residu mineral ke dalam kulit. Komponen Ca^{2+} ini bersifat larut dalam air yang menyebabkan sulit untuk di bersihkan dari kulit.

Proses perendaman kulit *split* dengan CaO (kapur tohor) dalam air menghasilkan senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ini akan bereaksi di dalam air dengan melepaskan ion Ca^{2+} dan ion OH^- . Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya pengendapan ion Ca^{2+} , pH larutan yang menjadi basa dan suhu larutan yang meningkat. Ion-ion Ca^{2+} pada rantai polipeptida akan membentuk ikatan dengan gugus karboksil membentuk senyawa garam seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Reaksi pelepasan ion Ca^{2+} dan ion OH^-

c. Kadar Protein

Analisa kadar protein pada penelitian ini menggunakan metode *Kjedahl*. Menurut Sudarmadji (1984) kadar protein berdasarkan cara ini disebut sebagai kadar protein kasar (*crude protein*) dengan menentukan jumlah nitrogen (N) yang dikandung oleh suatu bahan. Dasar perhitungan penentuan protein menurut *Kjedahl* yang menyatakan bahwa umumnya protein alamiah mengandung unsur N rata-rata 16 persen (dalam protein murni). Faktor perkalian yang telah diketahui adalah 5,5 untuk gelatin (kolagen terlarut). Poppe (1992) menambahkan komposisi gelatin meliputi kadar protein 85 hingga 90 persen, kadar air 8 hingga 13 persen dan kadar abu 0,5 hingga 2 persen.

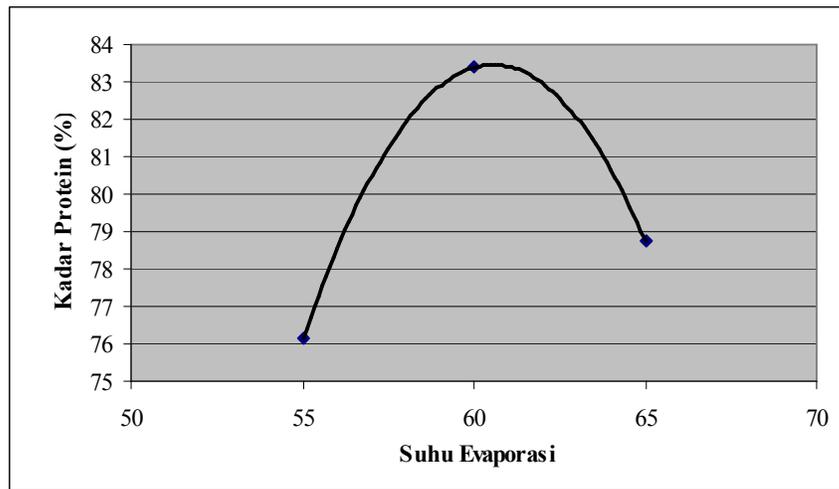
Hasil analisis kadar protein gelatin akhir menunjukkan bahwa nilai kadar protein berkisar antara 73,18 hingga 83,46 persen. Dengan rata-rata keseluruhan 79,43 persen seperti tampak pada Tabel 18. Berdasarkan analisis ragam pada Lampiran 10 menunjukkan bahwa perlakuan suhu evaporasi berbeda nyata pada selang kepercayaan 95 persen. Hasil analisa ragam ini memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan keragaman kadar protein gelatin setelah evaporasi akibat

pengaruh perlakuan suhu evaporasi. Karena itu perlu dilakukan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perlakuan suhu mana saja yang berbeda keragamannya.

Tabel 18. Nilai rata-rata analisa kadar protein (%) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	76,72	78,48	73,18	76,13 ^a
60°C	83,46	83,26	83,44	83,38 ^b
65°C	74,59	82,62	79,09	78,77 ^{ab}
Rataan	78,26	81,45	78,57	79,43

Keterangan : Superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata



Gambar 10. Pengaruh suhu evaporasi terhadap kadar protein gelatin akhir

Analisa kadar protein dilakukan melalui tiga tahapan yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Destruksi merupakan proses pemanasan gelatin dengan asam sulfat pekat ditambah katalis yang berguna untuk mempercepat reaksi. Senyawa karbon dan hidrogen yang terdapat dalam rantai polipeptida teroksidasi menjadi CO, CO₂ dan H₂O, sedangkan senyawa nitrogennya (N) akan berubah menjadi (NH₄)₂ SO₄.

Destilasi merupakan proses dimana (NH₄)₂ SO₄ dipecah menjadi ammonia (NH₃) dengan penambahan NaOH 33 persen dan dipanaskan. Ammonia yang dibebaskan selanjutnya ditangkap oleh

H₃BO₃ 0,02 N dan dengan penambahan indikator mengsel larutan yang diperoleh berwarna keunguan. Larutan tersebut dititrasi dengan H₂SO₄ 0,02 N dimana NaOH bereaksi dengan H₃BO₃ bebas (tidak berikatan dengan ammonium). Titrasi dihentikan ketika indikator berwarna kehijauan.

d. pH

Gelatin merupakan rantai polipeptida yang terdiri atas berbagai macam asam amino. Asam amonia mempunyai sifat *zwitterion* atau dipolar karena dalam struktur kimianya mempunyai gugus fungsi negatif (COO⁻) dan gugus fungsi positif (NH₃⁺) (Hames dan Hopper, 2000). Asam amino juga bersifat *amfoter* atau dapat bersifat asam, netral atau basa sesuai dengan kondisi lingkungannya. Pengukuran pH dilakukan untuk menentukan kondisi dan jenis muatan yang terdapat pada gelatin.

Tabel 19. Nilai rata-rata analisa ph pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	7,87	7,36	7,53	7,58
60°C	7,54	8,09	8,26	7,96
65°C	7,75	8,32	7,98	8,02
Rataan	7,72	7,93	7,93	7,86

Analisa pH gelatin pada penelitian ini menghasilkan nilai antara 7,36 hingga 8,26. Rata-rata keseluruhan nilai pH adalah 7,86. Nilai ini masih di atas mutu gelatin berdasarkan *British Standard* yaitu antara 4,5 hingga 6,5 dan masih diatas nilai pH gelatin komersial yaitu 5,78 (Lampiran 2b). Hasil ini menunjukkan bahwa gelatin yang dihasilkan cenderung lebih netral dan serupa atau mirip. Nilai rata-rata analisa pH disajikan pada Tabel 19. Perlakuan terbaik dari analisa pH ini pada perlakuan suhu evaporasi 55°C dan lama evaporasi 6 jam. Hal ini karena perlakuan tersebut memiliki nilai pH terendah yang paling mendekati netral dibandingkan perlakuan lainnya.

Nilai pH gelatin pada penelitian ini yang cenderung lebih tinggi dari pada gelatin komersial mungkin disebabkan proses netralisasi yang kurang sempurna. Hal ini menyebabkan kapur dan zat-zat lain masih menempel pada kulit dan menyebabkan gelatin cenderung berada pada lingkungan basa. Menurut Hinterwaldner (1977), proses penetralan memiliki peran penting untuk menetralkan sisa-sisa asam maupun sisa-sisa basa setelah dilakukan perendaman (*liming*).

e. Viskositas

Pembentukan gel terjadi karena pengembangan molekul gelatin pada waktu pemanasan. Panas akan membuka ikatan – ikatan pada molekul gelatin dan cairan yang semulanya bebas mengalir menjadi kental (Stainsby, 1977). Nilai viskositas dipengaruhi oleh distribusi molekul-molekul di dalam bahan. Struktur kimia gelatin yang berongga memungkinkan terjadinya penyerapan air ke dalamnya dan menyebabkan gelatin mengembang (*swelling*) membentuk hidrokoloid. Proses tersebut menyebabkan terjadi peningkatan kekentalan sistem koloid yang terbentuk.

Air bersifat memudahkan aliran suatu larutan, semakin banyak air bebas dalam larutan maka tingkat kekentalan semakin rendah dan nilai viskositas menjadi kecil. Pada sistem koloid antara gelatin dalam air, sejumlah besar air terperangkap dalam struktur gelatin (*gelation*) sehingga jumlah air bebas berkurang (King, 1969).

Nilai rata-rata viskositas gelatin akhir pada penelitian ini mempunyai kisaran antara 10,83 hingga 15,16 cP seperti terlihat pada Tabel 20. Secara keseluruhan nilai rata-rata viskositas untuk gelatin akhir adalah 13,57 cP. Menurut standar gelatin berdasarkan *British Standard* nilai viskositas yang baik berkisar antara 1,5 hingga 7,5 cP. Berdasarkan analisa viskositas gelatin komersial pada Lampiran 2b didapatkan nilai viskositas sebesar 6,25 cP.

Apabila dibandingkan dengan gelatin setelah evaporasi, hasil analisa gelatin akhir lebih tinggi nilai viskositasnya. Hal ini disebabkan

gelatin setelah evaporasi belum melalui proses *chilling* dan pengeringan. Karena itu kadar air bebas dan terikat pada gelatin setelah evaporasi lebih rendah dari pada gelatin akhir.

Tabel 20. Nilai rata-rata analisa viskositas (cp) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	12,83	10,83	14,83	12,83
60°C	15,16	11,83	13,50	13,50
65°C	15,00	13,83	14,33	14,39
Rataan	14,33	12,16	14,22	13,57

Tingginya nilai viskositas gelatin akhir pada penelitian ini disebabkan karena tingginya kadar abu yang dihasilkan. Hal tersebut didukung dengan pendapat Glicksman (1969) yang menyatakan bahwa residu mineral yang tertinggal dalam gelatin dapat mempengaruhi karakteristik gelatin tersebut. *Aldehyde* yang mempertahankan ikatan silang (*cross-link*) dalam molekul gelatin akan membentuk *polyaldehyde* dengan residu mineral tersebut, sehingga menurunkan kelarutannya dalam air dan meningkatkan viskositasnya.

Rendahnya kadar air juga mempengaruhi tingginya nilai viskositas. Berdasarkan Lampiran 2b nilai kadar air gelatin akhir sebesar 8,7 persen. Nilai kadar air jauh di bawah nilai kadar air komersial (11,74 persen). Rendahnya kadar air menyebabkan distribusi molekul gelatin yang dihasilkan lebih merata, kuat dan pada akhirnya tingkat kekentalan yang dihasilkan lebih besar dari pada gelatin komersial. Adanya residu mineral, pH dan konsentrasi larutan juga mempengaruhi viskositas gelatin dimana semakin besar konsentrasi maka viskositas gelatin semakin tinggi (Poppe, 1992).

f. Warna

Warna gelatin tergantung pada bahan baku yang digunakan, metode pembuatan, dan jumlah ekstraksi. Secara umum, warna gelatin tidak mempengaruhi kegunaannya (Glicksman, 1969). Rata-rata nilai

notasi warna L untuk tingkat kecerahan pada gelatin akhir antara 51,86 hingga 54,69. Dengan rata-rata secara keseluruhan sebesar 53,07. seperti terlihat pada Tabel 21.

Tabel 21. nilai rata-rata notasi warna (L) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	52,93	53,57	53,12	53,21
60°C	52,13	52,94	53,47	52,85
65°C	51,86	52,91	54,69	53,16
Rataan	52,31	53,14	53,76	53,07

Berdasarkan analisis ragam pada Lampiran 13 tidak terdapat pengaruh yang nyata antara suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi keduanya dengan nilai notasi warna L. Tidak adanya pengaruh nyata ini menunjukkan bahwa suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi keduanya memiliki nilai notasi warna L yang seragam. Karena itu tidak perlu dilanjutkan dengan uji lanjut. Bila dilihat dari diagram uji warna pada Lampiran 19 menunjukkan bahwa warna gelatin akhir cenderung berwarna cerah atau keputih-putihan.

Tabel 22. Nilai rata-rata notasi warna (a) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	-8.24	-8.27	-8.26	-8.26
60°C	-7.86	-7.87	-8.13	-7.95
65°C	-7.88	-8.37	-8.09	-8.12
Rataan	-7.99	-8.17	-8.16	-8.11

Notasi warna a pada analisa gelatin akhir memiliki nilai rata – rata -8.1. Nilai ini masih di bawah nilai notasi warna (a) gelatin komersial (-7.65) seperti terlihat pada Lampiran 2b. Bila dibandingkan dengan nilai notasi (a) gelatin setelah evaporasi terlihat bahwa hasilnya tidak berbeda jauh. Nilai notasi warna (a) gelatin setelah evaporasi sedikit lebih rendah dari pada gelatin akhir. Bila dilihat dari diagram pada Lampiran 19 maka nilai notasi warna (a) gelatin setelah evaporasi

dan gelatin akhir cenderung berwarna ungu. Nilai notasi warna (a) gelatin akhir dapat dilihat pada Tabel 22. Hasil analisa ragam (Lampiran 14) memperlihatkan tidak terdapat pengaruh nyata antara suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi keduanya terhadap nilai notasi warna a.

Hasil uji warna untuk notasi warna b pada Tabel 23 terlihat bahwa nilai rata-rata keseluruhan adalah 39,09 dengan nilai tertinggi 39,99 dan nilai terendah 38,22. Untuk analisis ragam pada Lampiran 15 menunjukkan tidak adanya pengaruh yang nyata antara suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi keduanya dengan nilai notasi warna b. Karena tidak adanya pengaruh nyata ini berarti nilai notasi warna memiliki nilai yang seragam diantara perlakuan suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi keduanya. Hasil analisa notasi warna b bila dibandingkan dengan diagram pada Lampiran 19 menunjukkan gelatin akhir yang dihasilkan cenderung berwarna kuning cerah.

Tabel 23. Nilai rata-rata notasi warna (b) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	38,67	39,44	39,38	39,16
60°C	38,49	39,45	39,54	39,16
65°C	38,22	38,61	39,99	38,94
Rataan	38,46	39,17	39,64	39,09

Adanya residu mineral dari proses netralisasi yang kurang sempurna meningkatkan komponen polisakarida di dalam gelatin. Menurut Africhah (2004), meningkatnya komponen polisakarida dalam larutan perendam yang digunakan akan memberikan peluang yang semakin besar terhadap terjadinya warna kuning yang semakin tua pada saat suhu tinggi (pemanasan), baik pada saat proses ekstraksi, evaporasi maupun pengeringan, sehingga warna kuning gelatin dari kulit sapi tersebut cenderung semakin tua.

Nilai °Hue gelatin akhir dapat dilihat pada Tabel 24. Dari hasil ini terlihat bahwa gelatin akhir yang dihasilkan berwarna merah kekuning-kuningan (*yellow red / YR*). Gelatin setelah evaporasi dan

gelatin akhir tidak menunjukkan perbedaan yang cukup berarti. Keduanya berwarna merah kekuning-kuningan.

Tabel 24. Nilai a, b dan °h (Hue) gelatin akhir

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	77,971	78,157	78,155	78,094
60°C	78,458	78,718	78,379	78,518
65°C	78,349	77,768	78,563	78,227
Rataan	78,259	78,214	78,366	78,279

g. Stabilitas Emulsi

Gelatin digunakan dalam pengolahan pangan lebih disebabkan karena sifat fisik dan kimia gelatin yang khas daripada nilai gizinya sebagai protein. Dalam industri pangan, gelatin dapat berfungsi sebagai pembentuk gel dan pengental makanan (*thickening and gelling agents for food*), pemantap emulsi (*stabilizer*), pengemulsi (*emulsifier*), penjernih, pengikat air dan pelapis (Ward dan Courts, 1977).

Stabilitas emulsi menunjukkan ketahanan pembentukan sistem emulsi antara gugus polar dan non polar. Semakin stabil suatu sistem maka semakin tinggi mutu terutama penyimpanan suatu produk. Sistem emulsi memberikan hasil dan manfaat yang optimum jika sistem dalam keadaan stabil. Kerusakan sistem dapat mempengaruhi penampakan, rasa, dan fungsi.

Stabilitas emulsi memegang peranan penting dalam sistem emulsi. Kestabilan suatu sistem dipengaruhi oleh jenis *emulsifier* dan *stabilizer* yang digunakan, perbedaan densitas kedua fase, proses pengecilan ukuran serta distribusi partikel. Kerusakan sistem ditandai dengan terjadinya pemisahan sistem menjadi dua bagian yang terpisah.

Bagian emulsi sendiri sebenarnya terbagi menjadi dua fase yaitu fase terdispersi yang juga disebut fase diam dan fase pendispersi yang disebut fase bergerak. Kedua fase ini bersifat tidak menyatu atau antagonistik. Dengan adanya *emulsifier* seperti gelatin kedua fase ini dapat menyatu dan menjadi sistem emulsi. Salah satu jenis sistem emulsi

yang umum adalah air dan minyak. Air dan minyak merupakan cairan yang tidak saling berbau, tetapi saling ingin terpisah karena mempunyai berat jenis yang berbeda (Winarno, 1997).

Hasil analisis ragam pada Lampiran 16 tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata antara suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi keduanya terhadap nilai stabilitas emulsi. Artinya perlakuan suhu evaporasi, lama evaporasi dan interaksi keduanya pada gelatin akhir memberikan nilai stabilitas emulsi yang seragam. Sehingga tidak perlu dilanjutkan dengan uji Duncan. Tabel 25 memperlihatkan bahwa nilai stabilitas emulsi pada penelitian ini berkisar antara 54,24 hingga 57,74 persen dengan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 55,59 persen. Nilai ini masih sedikit di atas nilai stabilitas emulsi gelatin komersial (54,8 persen) seperti terlihat pada Lampiran 2b. Perlakuan terbaik dari analisa ini terdapat pada suhu evaporasi 55°C dan lama evaporasi 5 jam.

Tabel 25. Nilai rata-rata analisa stabilitas emulsi (%) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	57,74	54,24	57,32	56,43
60°C	54,65	55,43	54,50	54,85
65°C	56,36	54,40	55,77	55,50
Rataan	56,25	54,68	55,85	55,59

Fase pendispersi dan terdispersi di dalam sistem emulsi berupa globula-globula kecil. Semakin merata distribusi globula-globula ini maka sistem emulsi yang terbentuk akan semakin stabil. Menurut fardiaz (1989), emulsi yang mengandung partikel kasar (makroglobula) umumnya mudah pecah karena makroglobula mudah bergabung antara satu dengan lainnya dan terpisah dari fase kontinyunya. Emulsi yang mengandung partikel kecil akan memiliki stabilitas emulsi yang tinggi, dengan demikian semakin besar butirannya maka stabilitasnya akan berkurang.

h. Gel Strength / Kekuatan Gel

Salah satu sifat gelatin yang disukai dalam industri pangan adalah kemampuannya yang dapat membentuk gel yang bersifat *reversible*. Sifat ini yang membedakan gelatin dengan gel hidrokoloid lain seperti pektin yang bersifat *irreversible*. Gel terbentuk karena adanya penyerapan air ke struktur kimia molekul gelatin kemudian didiamkan beberapa saat pada suhu 10°C, gel bersifat kokoh dan kuat. Kekuatan gel menunjukkan tingkat kekuatan formasi yang terbentuk jika diberi beban tertentu.

Glicksman (1969) menyatakan bahwa formasi gel terbentuk karena adanya ikatan hidrogen pada struktur molekulnya sehingga terbentuk formasi semikoloid gel dengan air. Kekuatan gel dipengaruhi banyak faktor diantaranya pH, senyawa elektrolit dan nonelektrolit. Pada penelitian ini nilai kekuatan gel yang dihasilkan antara 84,82 hingga 160,2 g Bloom dengan rata-rata keseluruhan 127,15 g Bloom (Tabel 26).

Menurut *British Standard* kekuatan gel yang baik berkisar antara 50 hingga 300 g Bloom. Kekuatan gel pada penelitian ini sudah sesuai dengan standar mutu gelatin. Meskipun kekuatan gel pada penelitian ini masih dibawah kekuatan gel gelatin komersial (191,37 g Bloom) seperti pada Lampiran 2b.

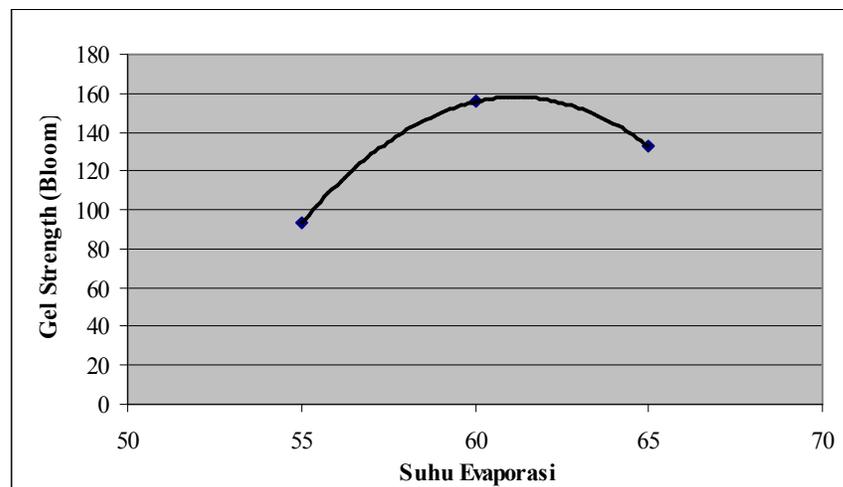
Tabel 26. Nilai rata-rata analisa gel strength (g bloom) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	84,82	104,05	90,16	93,01
60°C	158,98	147,83	160,2	155,67
65°C	129,54	143,15	125,59	132,76
Rataan	124,45 ^a	131,67 ^b	125,32 ^{ab}	127,15

Keterangan : Superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Analisis ragam pada Lampiran 17 memperlihatkan bahwa hanya suhu evaporasi yang menunjukkan pengaruh nyata terhadap nilai kekuatan gel. Hasil ini berarti hanya perlakuan suhu evaporasi yang

memiliki nilai kekuatan gel yang tidak seragam untuk gelatin akhir. Untuk mengetahui perlakuan suhu evaporasi mana yang tidak seragam perlu dilakukan uji lanjut Duncan. Uji lanjut Duncan (Lampiran 17a) terlihat bahwa perlakuan suhu 55°C menunjukkan berbeda nyata dengan suhu 60°C, suhu 65°C tidak berbeda nyata dengan suhu 55°C dan suhu 60°C. Uji lanjut Duncan memperlihatkan bahwa masing-masing perlakuan suhu evaporasi mempunyai pengaruh yang berbeda-beda. Pengaruh terkecil pada suhu 55°C (93,01 g Bloom) lalu suhu 65°C (132,76 g Bloom) dan pengaruh terbesar pada suhu 60°C (155,67 g Bloom). Hasil ini menyimpulkan bahwa perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan suhu 60°C dan lama evaporasi 7 jam dengan kekuatan gel 160,2 g Bloom.



Gambar 11. Pengaruh suhu evaporasi terhadap gel strength / kekuatan gel gelatin akhir

Gambar 11 memperlihatkan bahwa pada suhu 55°C nilai gel strength yang dihasilkan lebih kecil dari pada suhu 65°C dan nilai tertinggi pada suhu 60°C. Hal ini mungkin disebabkan pada suhu 55°C gelatin yang dihasilkan memiliki bobot molekul yang lebih besar karena masih cukup banyak air yang berada di rongga gelatin. Bobot molekul yang besar menyebabkan adanya ikatan kovalen di dalam molekul yang mengurangi ikatan hidrogen (non kovalen). Menurut Poppe (1992), ikatan kovalen antar rantai mengurangi jumlah ikatan hidrogen sehingga

ikatan antar molekul lemah dan kekuatan gel rendah. Pada suhu 65°C gelatin yang dihasilkan kurang rapuh karena tingginya suhu evaporasi. Suhu evaporasi yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada gelatin terutama pada ikatan protein gelatin. Ward dan Courts (1977) menyatakan bahwa evaporasi gelatin harus memenuhi ketentuan seperti suhu evaporasi rendah.

i. Rendemen

Dalam proses produksi gelatin, rendemen merupakan salah satu parameter penting yang menunjukkan tingkat efisiensi dan efektifitas proses yang digunakan. Untuk meningkatkan nilai rendemen maka efisien dan efektifitas proses perlu ditingkatkan terlebih dahulu tanpa mengurangi kualitas gelatin yang dihasilkan. Rendemen yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 6,75 persen hingga 12,92 persen. Nilai rata-rata rendemen terendah gelatin akhir terdapat pada perlakuan lama evaporasi 7 jam sebesar 8,12 persen (Tabel 27).

Tabel 27. Nilai rata-rata analisa rendemen (%) pada setiap perlakuan

Suhu \ Lama	5 Jam	6 Jam	7 Jam	Rataan
55°C	12,92	10,73	8,32	10,65
60°C	11,64	9,55	6,75	9,32
65°C	12,33	11,21	9,29	10,95
Rataan	12,29 ^a	10,49 ^{ab}	8,12 ^b	10,30

Keterangan : Superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Tabel 27 memperlihatkan bahwa nilai rendemen cenderung semakin rendah seiring dengan lamanya evaporasi. Hal ini wajar karena semakin lama evaporasi maka semakin banyak air yang teruapkan dan rendemen yang dihasilkan semakin kecil. Terlihat pada Lampiran 23 dan Gambar 13 bahwa semakin tinggi suhu evaporasi dan semakin lama proses evaporasi air yang teruapkan akan semakin meningkat.

Nilai rendemen gelatin yang kecil menunjukkan kurangnya efisiensi dan efektifitas dari proses yang dilakukan, terutama pada lama

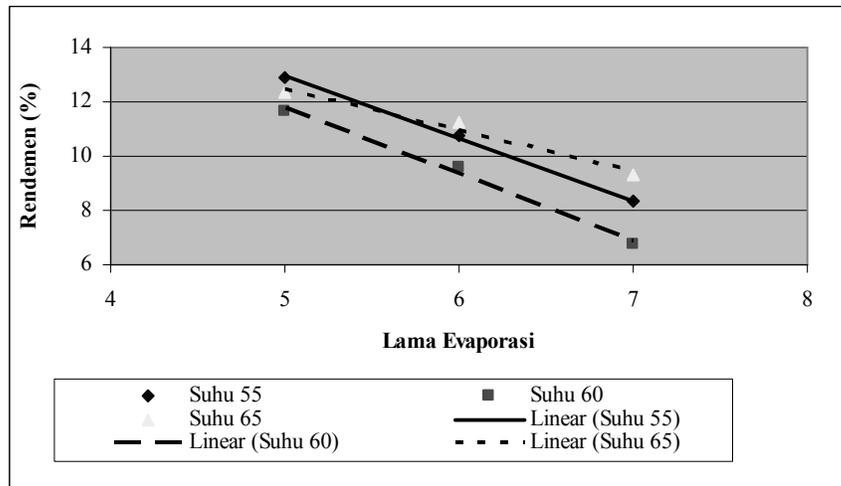
evaporasi dan suhu evaporasi yang tinggi. Pada kombinasi perlakuan suhu dan lama evaporasi yang tinggi terjadi kerak pada tabung evaporasi. Kerak ini menempel sangat kuat sehingga sulit sekali untuk diambil. Kerak ini mengurangi rendemen yang dihasilkan sehingga rendemen menjadi kecil. Kerak timbul akibat sedikitnya air bebas yang berada pada molekul gelatin. Air bebas ini telah menguap hampir seluruhnya akibat lamanya proses evaporasi. Air terikat dalam bahan membentuk ikatan kimiawi yang sukar untuk dilepas. Setijahartini (1985) menyatakan air yang terikat secara kimiawi terdiri atas bagian air yang terdapat dalam bahan dan terikat dalam susunan kimiawi.

Kurang sempurnanya ekstraksi pada kulit juga menyebabkan rendemen menjadi kecil. Hal ini dilihat dari sisa kulit hasil ekstraksi (ampas) yang besarnya ± 10 persen dari bobot kulit awal. Hal ini menunjukkan bahwa kolagen tidak terkonversi seluruhnya menjadi gelatin. Salah satu alasan hal tersebut terjadi mungkin dikarenakan pada saat proses *liming* dengan menggunakan kapur tohor (CaO) terbentuk endapan-endapan kapur tohor di dasar wadah. Endapan ini terbentuk akibat jarangya proses pengadukan selama proses *liming* berlangsung. Hal ini menyebabkan air bahkan kolagen menjadi bersifat basa. Proses *liming* yang tidak dilakukan dengan tepat dapat menyebabkan kelarutan kolagen dalam basa. Hal ini dapat menurunkan rendemen gelatin yang dihasilkan (Ward dan Courts, 1977).

Hasil analisis ragam terlihat bahwa hanya faktor lama evaporasi yang berbeda nyata pada selang kepercayaan 99 persen terhadap nilai rendemen (Lampiran 18). Hasil ini berarti kemungkinan terdapat perlakuan lama evaporasi yang memiliki nilai rendemen yang tidak seragam. Untuk membuktikannya perlu dilakukan uji lanjut Duncan. Hasil uji lanjut Duncan pada Lampiran 18a. memperlihatkan bahwa benar terdapat nilai rendemen yang tidak seragam pada perlakuan 5 jam, 6 jam dan 7 jam evaporasi. Perlakuan 5 jam berbeda dengan perlakuan 7 jam, perlakuan 5 jam dan 7 jam tidak berbeda nyata dengan perlakuan 6 jam. Hasil uji Duncan juga memperlihatkan bahwa semakin

lama proses evaporasi maka semakin rendah nilai rata-rata rendemen. Perlakuan terbaik pada variabel rendemen ini terdapat pada perlakuan suhu evaporasi 5 jam lama evaporasi 5 jam karena memiliki nilai rendemen tertinggi.

Glicksman (1969) menyatakan bahwa rendemen yang diperoleh dari industri gelatin dengan bahan baku baik tulang, kulit babi maupun kulit ternak berkisar antara 11 sampai 28 persen. Secara keseluruhan rata-rata nilai rendemen gelatin akhir sebesar 10,3 persen. Pengaruh suhu dan lama evaporasi terhadap rendemen gelatin akhir dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengaruh suhu dan lama evaporasi terhadap rendemen gelatin akhir

3. Pengamatan Evaporasi

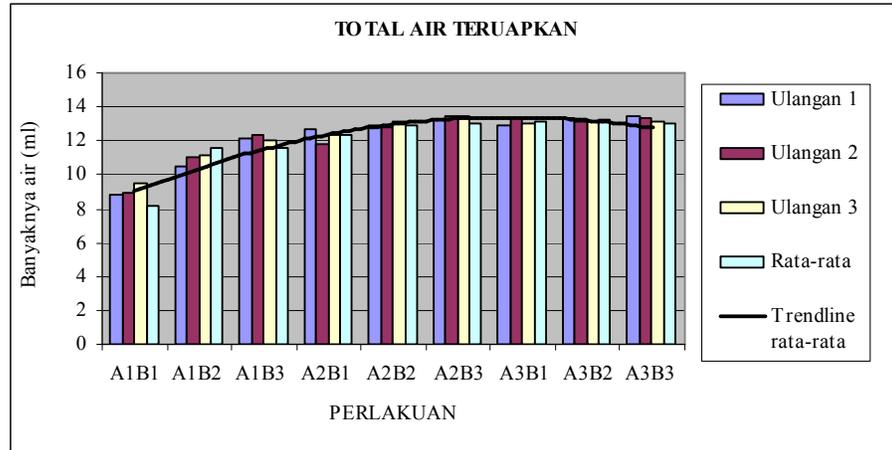
Pengamatan evaporasi dimaksudkan mengetahui banyaknya air yang diuapkan dari masing-masing perlakuan evaporasi dan menghitung besarnya energi evaporasi yang digunakan.

a. Penetapan total air yang teruapkan

Selama proses evaporasi gelatin terjadi proses penguapan air dari gelatin pada berbagai perlakuan. Data total air yang teruapkan pada proses evaporasi pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 23.

Grafik total air yang teruapkan pada proses evaporasi dapat dilihat pada Gambar 13.

Gambar 13. Total air teruapkan pada proses evaporasi



Total air teruapkan pada proses evaporasi ini dihitung berdasarkan jumlah air yang terkondensasi pada proses evaporasi tiap jamnya. Pada Gambar 13 terlihat bahwa total air yang teruapkan pada proses evaporasi memiliki trend logaritmik. Trend ini menunjukkan pola yang meningkat pada suhu yang semakin tinggi dan lama evaporasi yang semakin lama. Hal ini sesuai dengan pendapat Hall (1979) dimana suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap tenaga penggerak (*driving force*) penguapan, dimana pada suhu yang lebih tinggi (*temperatur driving force*) faktor tenaga penggerak akan lebih besar.

b. Penetapan energi evaporasi

Penetapan energi evaporasi dibagi menjadi empat bagian yaitu :

1). Energi alat evaporator yang terpasang

Pengukuran energi evaporator terpasang dilakukan pada bagian-bagian alat evaporator yang menggunakan energi listrik pada saat proses. Bagian-bagian ini antara lain pompa jet, pompa sirkulasi air, *heater*, dan lampu. Energi pompa pengaduk tidak dihitung karena selama proses tidak digunakan meskipun merupakan salah satu sumber listrik pada alat evaporator. Pengukuran dilakukan dengan melihat spesifik bagian-bagian alat lalu menjumlahkan

keseluruhannya. Hasil pengukuran energi evaporator yang terpasang dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28. Pengukuran energi alat evaporator yang terpasang

Sumber	Energi
Pompa Jet	750 watt
Pompa Sirkulasi Air	100 watt
<i>Heater</i>	3000 watt
Lampu	50 watt
TOTAL	3900 watt

2). Energi alat evaporator aktual

Pengukuran energi evaporator aktual dilakukan karena pada umumnya keterangan spesifik yang tertera pada alat berbeda dengan aktualnya. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan alat *Clampmeter*. Alat ini mengitung nilai Ampere (I) dan nilai Volt (V) aktual dari alat pada saat proses. Penggunaan alat *Clampmeter* ini dengan memasang alat ini pada kabel dari alat evaporator yang terhubung dengan stop kontak. Setelah alat dinyalakan maka akan muncul angka pada layar alat *Clampmeter*.

Hasil dari pengukuran ini didapatkan nilai V dari evaporator sebesar 223 volt dan nilai I sebesar 13,5 ampere. Energi evaporator dihitung dengan mengalikan nilai V dan I sebesar 3.010,5 watt atau 3,0105 kilowatt. Bila dibandingkan dengan nilai energi evaporator yang terpasang (3900 watt atau 3,9 kilowatt) terbukti bahwa energi alat evaporator yang terpasang berbeda dengan aktualnya.

3). Energi kompor gas

Pada proses evaporasi ini alat evaporator yang digunakan menggunakan sumber panas tambahan yaitu kompor gas. Ini dikarenakan *heater* yang digunakan pada alat cukup kecil (3000 watt) dan hanya ada satu sehingga alat evaporator yang digunakan tidak mampu hingga suhu 65°C dan proses kenaikan suhu berjalan

lambat. Untuk mencapai suhu tinggi dan proses kenaikan suhu yang cepat maka digunakan kompor gas. Kompor gas yang dipakai menggunakan tabung gas LPG "ELPIJI PERTAMINA" dengan bobot 15 kg.

Tabel 29. Data pemakaian energi tabung LPG

Suhu Evaporasi (°C)	Lama Evaporasi (Jam)	Pemakaian LPG/jam (kg LPG)	Total Pemakaian LPG (kg LPG)	Total Pemakaian LPG (kkal)
55	5	0,2	1,0	11.922,93
55	6	0,2	1,2	14.307,52
55	7	0,2	1,4	16.692,10
60	5	0,4	2,0	23.845,86
60	6	0,4	2,4	28.615,03
60	7	0,4	2,8	33.384,20
65	5	0,6	3,0	35.768,79
65	6	0,6	3,6	42.922,55
65	7	0,6	4,2	50.076,31

Keterangan : 1 kg LPG = 11.922,93 kkal

Untuk menghitung energi gas yang digunakan selama proses evaporasi pada kompor gas dihitung bobot tabung LPG yang hilang. Pertama dihitung bobot awal tabung LPG sebelum proses. Lalu setelah proses berlangsung selama satu jam dihitung kembali bobot tabung LPG. Setelah itu didapat bobot tabung LPG yang hilang selama satu jam proses. Perhitungan ini dilakukan pada suhu evaporasi 55°C, 60°C dan 65°C. Setelah data pemakaian LPG selama satu jam pada suhu yang berbeda diperoleh, dihitung total pemakaian LPG untuk perlakuan waktu 5, 6 dan 7 jam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 29.

4). Energi proses evaporasi

Energi proses evaporasi didapatkan dari energi alat evaporator aktual sebesar 3,0105 kilowatt yang dikalikan dengan lama evaporasi tiap-tiap perlakuan lalu dikonversi menjadi kilokalori (kkal). Kemudian didapatkan total energi evaporator yang aktual

untuk tiap-tiap perlakuan suhu dan lama evaporasi dalam satuan kkal. Setelah itu data total energi evaporator aktual ini ditambahkan dengan data pemakaian energi LPG seperti pada Tabel 30. Data total energi evaporator aktual dan energi proses evaporasi disajikan pada Tabel 30 dan 31.

Tabel 30. Total energi evaporator aktual

Suhu Evaporasi (°C)	Lama Evaporasi (Jam)	Energi Evaporator Aktual (kw)	Total Energi Evaporator Aktual	
			(kwh)	(kkal)
55	5	3,0105	15,0525	12.942,82
55	6	3,0105	18,0630	15.531,38
55	7	3,0105	21,0735	18.119,95
60	5	3,0105	15,0525	12.942,82
60	6	3,0105	18,0630	15.531,38
60	7	3,0105	21,0735	18.119,95
65	5	3,0105	15,0525	12.942,82
65	6	3,0105	18,0630	15.531,38
65	7	3,0105	21,0735	18.119,95

Keterangan : 1 kwh = 859,8452 kkal

Tabel 31. Energi proses evaporasi

Suhu Evaporasi (°C)	Lama Evaporasi (Jam)	Total Energi Evaporator Aktual (kkal)	Total Pemakaian LPG (kkal)	Energi Proses Evaporasi (kkal)
55	5	12.942,82	11.922,93	24.865,75
55	6	15.531,38	14.307,52	29.838,89
55	7	18.119,95	16.692,10	34.812,05
60	5	12.942,82	23.845,86	36.788,68
60	6	15.531,38	28.615,03	44.146,41
60	7	18.119,95	33.384,20	51.504,54
65	5	12.942,82	35.768,79	48.711,61
65	6	15.531,38	42.922,55	58.453,93
65	7	18.119,95	50.076,31	68.196,56

Dari Tabel 30 dan 31 menunjukkan bahwa rata-rata energi yang digunakan pada tiap-tiap proses evaporasi sekitar 44.146,41 kkal. Proses evaporasi dengan konsumsi energi terbanyak pada perlakuan suhu tertinggi yaitu 65°C dan waktu evaporasi terlama 7 jam. Sementara proses evaporasi dengan konsumsi energi paling sedikit pada perlakuan

suhu 55°C dan lama evaporasi 5 jam. Hal ini juga menandakan bahwa semakin tinggi suhu evaporasi dan semakin lama proses evaporasi semakin banyak juga energi yang digunakan.

Penggunaan kompor gas pada *evaporator vaccum* hasil rekayasa Laboratorium Teknologi Agroindustri, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (LTA-BPPT) ini menunjukkan bahwa alat evaporator ini belum dapat digunakan secara maksimal. Hal ini dapat terlihat dari efisiensi evaporasi yang dihitung berdasarkan banyaknya energi untuk penguapan dibagi dengan energi yang diberikan seperti disajikan pada Lampiran 20. Nilai efisiensi evaporasi suhu 55°C sebesar 19,817 persen, suhu 60°C sebesar 16,301 persen dan suhu 65°C sebesar 12,567 persen. Jumlah air teruapkan pada Lampiran 20 diambil dari data total air teruapkan (liter) pada Lampiran 23 dimana diasumsikan 1 liter air = 1 kg air. Dari Lampiran 23 ini dirata-ratakan total air teruapkan untuk suhu 50°C, 60°C dan 65°C.

Efisiensi evaporasi dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{Efisiensi Evaporasi} = \frac{\text{Energi untuk penguapan}}{\text{Energi yang diberikan}} \times 100 \%$$

Energi yang diberikan : Energi proses evaporasi (Tabel 32)

Energi untuk penguapan :

$$\text{Jumlah air teruapkan} \times \text{Panas laten penguapan air}$$

(Lampiran 23) (Tabel tekanan uap)

Panas Laten : Entalpi uap jenuh – Entalpi cair

Untuk memaksimalkan alat evaporator ini alangkah baiknya bila *heater* pada alat ini ditambah atau di ganti dengan *heater* baru dengan power yang lebih besar. Saat ini *heater* yang terdapat pada alat hanya sebuah yaitu *heater* 3000 watt. Bila ditambah satu atau beberapa *heater* lagi kemungkinan proses evaporasi gelatin tidak memerlukan

kompor gas lagi. Sehingga dapat menghemat energi LPG dan efisiensi proses produksi. Perkiraan kebutuhan *heater* dapat dilihat pada Tabel 32. Pemakaian LPG (watt) merupakan perkiraan kebutuhan *heater* tambahan pada alat evaporator.

Tabel 32. Perkiraan kebutuhan *heater* tambahan

Suhu Evaporasi (°C)	Lama Evaporasi (Jam)	Pemakaian LPG/jam (kkal)	Pemakaian LPG/detik (kkal/detik)	Pemakaian LPG (kal/detik)	Pemakaian LPG (watt)
55	5	2.384,586	0,662	662,385	2.770,756
55	6	2.861,504	0,795	794,862	3.324,909
55	7	3.338,420	0,927	927,339	3.879,059
60	5	9.538,344	2,650	2.649,540	11.083,026
60	6	11.446,012	3,179	3.179,448	13.299,630
60	7	13.353,680	3,709	3.709,356	15.516,234
65	5	21.461,274	5,961	5.961,465	24.936,808
65	6	25.753,530	7,154	7.153,758	29.924,171
65	7	30.045,786	8,346	8.346,052	34.911,534

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Hasil karakteristik gelatin dari kulit *split* dapat disimpulkan bahwa karakteristik notasi warna L gelatin setelah evaporasi terdapat pada perlakuan suhu 55°C dan lama evaporasi 5 jam. Karakteristik kadar air setelah evaporasi, nilai notasi b gelatin setelah evaporasi dan nilai pH terbaik terdapat pada perlakuan suhu evaporasi 55°C dan lama evaporasi 6 jam. Karakteristik viskositas gelatin setelah evaporasi, notasi warna L dan b gelatin akhir tertinggi terdapat pada perlakuan suhu 65°C dan lama evaporasi 7 jam. Karakteristik kadar protein, viskositas dan kekuatan gel gelatin akhir terbaik terdapat pada perlakuan suhu 60°C dan lama evaporasi 5 jam.

Kesimpulan akhir perlakuan suhu dan lama evaporasi terbaik pembuatan gelatin dengan menggunakan evaporator vakum rekayasa Laboratorium Teknologi Agroindustri - Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (LTA-BPPT), terdapat pada perlakuan suhu 55°C dan lama evaporasi 6 jam. Perlakuan ini menghasilkan kadar air 66,63 persen, nilai kecerahan (L) 52,13, notasi warna (a) -10,15, notasi warna (b) 43,08, viskositas 7 cP untuk gelatin setelah evaporasi. Sementara untuk gelatin akhir diperoleh kadar abu 2,69 persen, kandungan Ca^{2+} 0,24 persen, kadar protein 78,48 persen, pH 7,36, viskositas 10,83 cp, nilai kecerahan (L) 53,57, notasi warna (a) -8,27, notasi warna (b) 39,44, kekuatan gel 104,05 g Bloom, stabilitas emulsi 54,24 persen, rendemen 10,73 persen, dan energi proses evaporasi sebesar 29.838,89 kkal.

B. SARAN

1. Untuk evaporasi gelatin dengan menggunakan evaporator vakum sebaiknya dilakukan pada suhu evaporasi 55°C dan lama evaporasi 6 jam.
2. Perlu dilakukan modifikasi pada alat evaporator vakum sehingga proses evaporasi tidak perlu menggunakan energi gas LPG. Hal ini dapat menghemat energi dan biaya yang diperlukan dalam proses evaporasi.
3. Perlu dilakukan pengkajian untuk mengetahui konsentrasi gelatin yang optimal setelah evaporasi. Sehingga proses ekstrusi dan pengeringan dapat berlangsung dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Africhah, 2004. Pengaruh Konsentrasi Kalsium Hidroksida dan Lama *Reliming* terhadap Kualitas Gelatin dari Kulit Sapi Sisa *Trimming* Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Anne, Vandanjon, Levesque dan Bourseau. 2002. Concentration and Desalination of Fish Gelatin by Ultrafiltration and Continous Dialfiltration Processes. *Journal of Desalination*. 144 (2002) 313-318
- Anwar, M. N. 1988. Analisa Pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB, Bogor.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis Chemist. Vol 1A. Association of Official Analytical Chemist, Inc., Washington.
- Balai Pusat Statistik. 2003. Data Ekspor Impor 1998-2003. Jakarta.
- Bennion, M. 1980. The Science of Food. John Wiley and Sons. New York.
- Bogue, R. H. 1922. The Chemistry and Technology of Gelatin and Glue. Mc Graw-Hill, New York.
- British Standard 757. 1975. Sampling and Testing of Gelatin. Di dalam : Imeson. 1992. Thickening and Gelling Agents for Food. Academic Press, New York.
- Brown, A. 2000. Understanding Food : Principles and Preparation. Wadsworth. Belmont
- Christianto, A. M. 2001. Kajian Proses Produksi Gelatin Tipe B Berbahan Baku Kulit Sapi (Hide) Hasil samping Industri Penyamakan Kulit. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Christie, J.G. 1989. Transport Processes and Unit Operations. 2nd edition. Allyn and Bacon, Inc. Toronto.
- Departemen Perindustrian dan perdagangan Indonesia. SII 0360 (Standar Nasional Indonesia). 1980. Istilah dan Definisi untuk Kulit dan Cara Pengolahannya. Departemen Perindustrian dan perdagangan Indonesia. Jakarta.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1995. SNI 06-3735-1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Badan Standarisasi Nasional. Departemen Perindustrian dan Perdagangan Indonesia. Jakarta.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.

- Dinas Perindustrian. 1998. Sinopsis Sentra Industri Kecil Perkulitan Sukaregang Kabupaten Garut. Pemerintah Provinsi Jawa Barat.
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Peternakan. 2003. Statistik Peternakan. Departemen Pertanian Republik Indonesia.
- Fahidin dan Muslich. 1999. Diktat Ilmu dan Teknologi Kulit. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gaspersz, V. 1994. Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Ilmu-ilmu Teknik, dan Biologi. CV. Armico. Bandung
- Gelatin Manufacturers Institut of America (GMIA). 2001. Raw Materials and Production. Gelatin Manufacturers Institut of America, Inc. New York.
<http://www.gelatin-gmia.com/html/rawmaterials.html>.
- Ghaman, P.M. and K. B. Sherrington. 1990. The Science of Food. 3rd Editions. Pergamon Press. Oxford.
- Gillespie, L. Evan. 1960. The Science of Meat and Meat Products. W. H. Freeman and Company, New York.
- Glicksman, M. 1969. Gum Technology in Food Industry. Academic Press. New York.
- Hall, P.E.C.W., 1979. Drying and Storage of Agricultral Crops. The AVI Publ. Westport. USA.
- Hames, B. D. dan N. M. Hooper. 2000. Biochemistry. Springer, Leeds.
- Harijatmoko, E. K. 2004. Studi Kualitas Gelatin dari Kulit Sapi Sisa *Trimming* dengan Dosis kapur Tohor (CaO) dan Lama Perendaman yang berbeda. Skripsi. Fakultas Pertenakan. IPB. Bogor.
- Heldman, D.R. dan D. B. Lund. 1992. Handbook of Food Engineering. Marcel Dekker. New York.
- Hinterwaldner, R. 1977. Raw Materials. Di dalam : Ward, A. G. and A. Courts. (Eds.) 1977. The Science and Technology of Gelatin. Academic Press, New York.
- Iskandar, A. 2001. Kajian Teknologi Produksi Pasta Tomat Menggunakan Evaporator Vakum. Thesis. Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Judoamidjojo, R. M. 1974. Dasar Teknologi dan Kimia Kulit. FATEMETA IPB. Bogor.

- Karlson, P. 1965. Introduction to Modern Biochemistry. Di dalam Imeson, A. 1992. Thickening and Gelling Agents for Food. Academic Press, New York.
- King, W. 1969. Gelatin. *In*: Glicksman, M (ed). Gum Technology in Food Industry. Academic Press. New York.
- Lehninger. 1990. Dasar-dasar Biokimia. Terjemahan. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-obatan dan Kosmetika-Majelis Ulama Indonesia (LP.POM-MUI). 1997. Tulang yang Berserakan. Jurnal Halal. Bogor.
- Muchtadi, T.R., 1989. Teknologi Proses Pengolahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Poppe, J. 1992. Gelatin. Di dalam A. Imeson (ed). Thickening and Gelling Agent for Food. Academic Press. New York
- Rizana, S.M., 1997. Pengaruh Pengentalan Madu Dengan Menggunakan Evaporator Vakum Terhadap Mutu Madu Yang Dihasilkan. Thesis. Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Sathe, S. K. and D. K. Salunkhe. 1981. Functional properties of the great northern bean (*phaseolous vulgaris* L) protein : emulsions, foaming, viscosity and gelation properties. *J. Food Science*. 46:71-74.
- Setijahartini, S. 1985. Pengeringan. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Agroindustri Press, Bogor.
- Soekarto, S. I., 1990. Dasar-Dasar Pengawasan dan Standarisasi Mutu Pangan. PAU Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor
- Stainsby, G. 1977. The Physical Chemistry of Gelatin in Solution. Di dalam A. G. Ward dan A. Courts. 1977. The Science and Technology of Gelatin. Academic Press, New York. pp. 179-206.
- Sudarmadji, B. Haryono, dan Suhardi. 1984. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Tourtelotte, P. 1980. Gelatin Di dalam Encyclopedia of Food Science and Technology. Mc Graw Hill. New York.
- Ward, A. G. and Courts. 1977. The Science and technology of Gelatin. Academic Press. New York.

Winter, D. 1984. Techno Economic Study on Measures to Mitigate the Environmental Impact of the leather Industry. Innsbruck. Austria

Wirakartakusumah, A., D. Hermanianto dan N. Andarwulan, 1989. Prinsip Teknik Pangan. PAU Pangan dan Gizi, Bogor.

Zeigler and Romans. 1966. The Meat We Eat. The Interstate Printers and Publishers. America.

Lampiran 1. Prosedur Analisa Gelatin

1. Rendemen (AOAC, 1995)

Rendemen diperoleh dari perbandingan bobot kering gelatin yang dihasilkan dengan bobot bahan baku kulit yang diekstrak.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Bobot kering gelatin}}{\text{Bobot bahan baku kulit}} \times 100 \%$$

2. Kadar Air (AOAC, 1995)

Cawan porselen dikeringkan pada suhu 105 °C selama 1 jam, kemudian didinginkan dan ditimbang. Contoh yang akan ditentukan kadar airnya ditimbang sebanyak 5 gram. Cawan yang telah berisi contoh dimasukkan dalam oven bersuhu 105 °C sampai bobotnya konstan. Kadar air dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{B - A}{\text{Bobot contoh}} \times 100 \%$$

Keterangan : A = Bobot cawan + contoh kering (g)

B = Bobot cawan + contoh basah (g)

3. Kadar Abu (AOAC, 1995)

Contoh yang telah diuapkan airnya dimasukkan kedalam tanur bersuhu 600 °C. Sebelumnya bobot cawan kering dan bobot contoh telah diketahui. Proses penguapan dilakukan sampai semua bahan berubah warna menjadi abu-abu, kemudian contoh ditimbang.

$$\text{Kadar air} = \frac{B - A}{\text{Bobot contoh}} \times 100 \%$$

Keterangan : A = Bobot contoh akhir (g)

B = Bobot contoh awal (g)

4. Kadar Protein (Metode Semi Mikro Kjeldahl) (AOAC,1995)

Contoh sebanyak 0,2 gram dimasukkan kedalam labu kjeldahl 100 ml, kemudian ditambahkan 2 – 3 gram katalis (1,2 gram Na₂SO₄ dan 1 gram CuSO₄) dan 2 – 3 ml H₂SO₄ pekat. Campuran tersebut didekstruksi diruang asam hingga larutan menjadi jernih. Larutan yang sudah jernih didinginkan dan diencerkan dengan labu ukur 100 ml dan dipipet sebanyak 5 ml kemudian didestilasi bersama 15 ml NaOH 50 %. Destilatnya ditampung dalam erlenmeyer, dimana erlenmeyer berisi 25 ml HCl 0,02 N dan 2 tetes MR dan MB (mengsel) sampai volumenya mencapai 50 ml.

Larutan yang diperoleh dititrasikan dengan NaOH 0,02 N sampai warnanya berubah menjadi hijau. Blanko dikerjakan dengan cara yang sama tanpa menggunakan contoh. Kadar protein yang terkandung dalam contoh dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{6,25 (\text{blanko} - \text{contoh}) \times N \text{ NaOH} \times 14,007}{\text{mg contoh}} \times 100 \%$$

5. Derajat Keasaman (pH) (British Standard 757, 1975)

Sampel gelatin sebanyak 0,2 g dan dilarutkan ke dalam 20 ml aquades kemudian dihomogenkan. Sampel diukur derajat keasamannya pada suhu kamar dengan pH meter. Sebelum digunakan pH meter harus dikalibrasi.

6. Viskositas (British Standard 757,1975)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6.67 % (b/b) disiapkan dengan aquades kemudian diukur viskositasnya dengan menggunakan alat Haake Viskometer. Pengukuran ini dilakukan pada suhu 60⁰C dengan kecepatan putar 60 rpm menggunakan spindel no. 2. Viskositasnya produk ditentukan dengan mengalikan angka hasil pengukuran dengan faktor konversi yaitu 5. Satuan dari viskositas adalah centi Poise (cP)

7. Warna (Soekanto, 1990)

Warna dihitung menggunakan alat Chromameter Minolta CR 300. Pada penelitian ini menggunakan sistem notasi Hunter yaitu dicirikan dengan tiga notasi warna L, a dan b. Notasi warna L menyatakan kecerahan (light) yang mempunyai nilai dari 0 (hitam) sampai 100 (putih). Nilai L menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik putih, abu-abu dan hitam.

Notasi a menyatakan warna kromatik campuran hijau-merah, dengan nilai +a (positif) dari 0 sampai +60 untuk warna merah dan nilai -a (negatif) dari 0 sampai -60 untuk warna hijau. Notasi b menyatakan warna kromatik campuran biru-kuning, dengan nilai +b (positif) dari 0 sampai +60 untuk warna kuning dan nilai -b (negatif) dari 0 sampai -60 untuk warna biru.

Dari nilai a dan b dapat dihitung $^{\circ}$ Hue untuk melihat warna dari produk dengan rumus :

$^{\circ}$ Hue = \tan^{-1} (b/a), dimana jika hasil :

18-54 $^{\circ}$ maka produk berwarna *red* (R)

54-90 $^{\circ}$ maka produk berwarna *yellow red* (YR)

90-126 $^{\circ}$ maka produk berwarna *yellow* (Y)

126-162 $^{\circ}$ maka produk berwarna *yellow green* (YG)

162-198 $^{\circ}$ maka produk berwarna *green* (G)

198-234 $^{\circ}$ maka produk berwarna *blue green* (BG)

234-270 $^{\circ}$ maka produk berwarna *blue* (B)

270-306 $^{\circ}$ maka produk berwarna *blue purple* (BP)

306-342 $^{\circ}$ maka produk berwarna *purple* (P)

342-18 $^{\circ}$ maka produk berwarna *red purple* (RP)

8. Stabilitas Emulsi (Sathe dan Salunke, 1981)

Sebanyak 10 gram sampel di suspensi dalam 100 ml aquades setelah itu ditambahkan air sampai 150 ml dan minyak jagung sebanyak 150 ml, kemudian diblender selama dua menit. Hasilnya dituang dalam tabung sentrifuse dan dipanaskan pada suhu 80 $^{\circ}$ C selama 30 menit. Air yang sudah tidak membentuk emulsi dipisahkan kemudian ditimbang. Stabilitas emulsi

dinyatakan sebagai campuran yang masih membentuk emulsi setelah mengalami pemanasan dan dihitung menggunakan rumus :

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

9. Kekuatan Gel (Anwar,1988)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6.67 % (b/b) disiapkan dengan aquades. Larutan diambil sebanyak 10 ml kemudian ditempatkan pada wadah 10 ml dan didinginkan pada suhu 10°C selama 17 ± 2 jam. Gel yang terbentuk selanjutnya dianalisis menggunakan *Stevens LFRA Texture Analyzer*. Hasil dari pengukuran berupa grafik dan diamati tinggi kurva sebelum pecah serta berat beban yang tercatat pada alat saat sample pecah. Hasil perhitungan tersebut kemudian dimasukkan dalam rumus untuk menentukan kekuatan gel sampel.

$$\text{Kekuatan gel (bloom)} = \frac{A \times B}{C} \times 98,07 \times 2,86 \times 10^{-3}$$

Keterangan : A : Tinggi kurva sebelum patah (cm)

B : Bobot penekan (gram)

C : Luas permukaan penekan (cm^2)

10. Kandungan Ca^{2+}

Abu bahan sisa pengukuran kadar abu diencerkan dengan asam kuat baik itu H_2SO_4 1N maupun HCl 1N hingga 100 ml. Kemudian diukur kandungan Ca^{2+} dengan AAS (Atomic Absorption Spektro). Nilai yang diperoleh menunjukkan kandungan Ca^{2+} dalam satuan ppm (mg/l).

Lampiran 2a. Hasil Analisa Gelatin Setelah Evaporasi

SAMPSEL	KADAR AIR (%)	VISKOSITAS (cp)	WARNA		
			L	a	b
A1B1C1	90,50	7	68,550	-10,355	52,090
A1B1C2	89,35	7,5	49,595	-10,800	33,645
A1B1C3	87,33	8	51,675	-11,650	35,275
A1B2C1	55,50	7	59,605	-11,080	58,380
A1B2C2	64,25	6,5	45,070	-8,755	32,930
A1B2C3	80,14	7,5	51,725	-10,625	37,930
A1B3C1	54,87	7,5	70,995	-10,860	52,880
A1B3C2	51,37	8	42,775	-9,955	30,100
A1B3C3	50,68	8	48,975	-9,325	34,720
A2B1C1	53,72	7	50,110	-9,630	36,825
A2B1C2	53,91	7	46,715	-8,115	34,160
A2B1C3	68,03	7,5	46,410	-8,615	33,115
A2B2C1	52,71	12	48,325	-10,340	34,390
A2B2C2	53,40	12,5	45,070	-8,270	32,815
A2B2C3	54,82	12	46,195	-8,470	33,170
A2B3C1	47,82	10,5	45,860	-8,770	33,875
A2B3C2	48,60	11	44,930	-7,955	32,725
A2B3C3	47,23	11	49,940	-8,165	37,420
A3B1C1	44,67	13	48,210	-9,495	34,905
A3B1C2	44,25	13,5	46,195	-7,830	33,700
A3B1C3	48,80	13,5	47,290	-8,380	33,850
A3B2C1	37,23	12,5	45,680	-8,560	33,665
A3B2C2	36,30	13	46,530	-8,875	33,240
A3B2C3	27,24	12	46,820	-8,135	35,095
A3B3C1	13,11	15	42,670	-9,435	30,505
A3B3C2	13,26	16	61,380	-7,100	48,075
A3B3C3	13,16	15,5	48,265	-8,425	35,530

Lampiran 2b. Hasil Analisa Gelatin Akhir dan Gelatin Komersial

SAMPSEL	RENDEMEN (%)	KADAR AIR (%)	KADAR ABU (%)	KADAR LEMAK (%)	KADAR PROTEIN (%)	pH	VISKOSITAS (cp)	WARNA			GEL STRENGTH (g Bloom)	STABILITAS EMULSI (%)	KONSENTRASI Ca ²⁺ (%)
								L	a	b			
A1B1C1	15,17	7,18	2,42	0,011	74,81	8,135	17,50	55,525	-8,585	40,355	169,28	59,47	0,1265
A1B1C2	11,37	7,84	1,56	0,022	81,00	7,605	7,50	50,860	-7,880	37,130	12,67	57,08	0,1760
A1B1C3	12,21	10,37	2,23	0,070	74,34	7,885	13,50	52,405	-8,245	38,515	72,51	56,68	0,1475
A1B2C1	13,36	8,18	2,8	0,250	66,43	7,485	9,50	54,675	-8,725	39,750	62,22	57,58	0,4757
A1B2C2	7,97	11,33	2,49	0,140	81,18	7,460	11,50	53,270	-7,855	39,500	158,79	52,34	0,1288
A1B2C3	10,85	11,44	2,8	0,034	87,84	7,145	11,50	52,785	-8,230	39,085	91,15	52,80	0,1259
A1B3C1	10,53	6,75	3,62	0,021	76,31	7,760	19,00	53,005	-8,400	39,540	34,84	62,63	0,1845
A1B3C2	5,22	9,42	1,76	0,260	78,84	7,430	7,50	54,00	-8,085	40,105	150,13	50,70	0,1267
A1B3C3	9,20	8,46	2,69	0,011	64,39	7,400	18,00	52,355	-8,305	38,500	85,52	58,62	0,1380
A2B1C1	15,01	8,89	6,52	0,110	81,81	7,495	11,50	50,705	-7,855	36,660	128,88	57,33	1,1281
A2B1C2	9,35	10,02	2,13	0,070	84,53	7,765	19,00	53,490	-7,655	40,180	226,86	52,43	0,1394
A2B1C3	10,56	9,03	2,17	0,033	84,04	7,350	15,00	52,185	-8,075	38,650	121,21	54,19	0,1483
A2B2C1	12,20	7,72	2,69	0,022	80,78	8,435	10,50	52,450	-7,730	38,965	135,28	54,60	0,4800
A2B2C2	7,18	10,32	2,35	0,280	83,37	7,440	12,50	54,280	-7,770	40,625	173,85	52,71	0,1525
A2B2C3	9,28	7,77	2,29	0,011	85,63	8,415	12,50	52,085	-8,115	38,775	134,37	58,99	0,1411
A2B3C1	8,56	7,26	2,87	0,200	92,93	8,640	11,00	53,725	-8,155	39,435	130,78	55,63	0,4423
A2B3C2	5,41	8,18	1,78	0,320	78,74	7,470	14,50	53,245	-7,870	39,670	174,00	53,32	0,1275
A2B3C3	6,29	5,20	2,47	0,190	78,66	8,685	15,00	53,465	-8,360	39,530	175,82	54,48	0,1296
A3B1C1	15,25	7,62	3,06	0,032	74,07	7,725	15,00	50,510	-7,570	37,175	127,68	57,70	0,5918
A3B1C2	11,72	10,96	3,04	0,079	71,25	7,845	17,50	51,930	-7,750	38,340	151,00	55,78	0,1313
A3B1C3	10,02	7,99	2,28	0,160	78,46	7,690	12,50	53,155	-8,330	39,150	109,94	55,59	0,1460
A3B2C1	13,53	9,13	2,24	0,090	81,94	8,620	12,00	52,735	-8,120	38,830	150,84	52,58	0,1588
A3B2C2	11,61	8,87	1,89	0,011	84,00	7,655	14,50	51,125	-8,245	37,450	133,60	52,15	0,1360
A3B2C3	8,49	8,47	1,93	0,033	81,92	8,685	15,00	54,875	-8,765	39,550	145,00	58,42	0,1315
A3B3C1	10,75	8,56	2,89	0,310	77,84	7,515	17,00	55,175	-8,370	40,580	143,03	54,86	0,5160
A3B3C2	9,17	12,39	2,27	0,034	79,91	7,680	11,50	55,255	-8,250	41,045	116,84	47,96	0,1261
A3B3C3	7,97	5,02	2,15	0,074	79,54	8,755	14,50	53,655	-7,655	38,350	116,91	64,48	0,1477
Rata-rata	10,30	8,70	2,57	0,110	79,43	7,860	13,60	53,100	-8,110	39,100	127,15	55,60	0,2400
Komersial		11,74	2,32		88,09	5,780	6,25	55,440	-7,650	42,010	191,37	54,80	0,1265

Lampiran 3. Hasil Analisis Ragam Gelatin Setelah Evaporasi Terhadap Kadar Air

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	6713.046	3356.523	112.119**	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	3212.396	1606.198	53.652**	3.55	6.01
Interaksi	4	657.466	164.367	5.490**	2.93	4.58
Galat	18	538.867	29.937			
Total	27	81885.296				

* : berbeda nyata pada $\alpha : 0.05$

** : berbeda nyata pada $\alpha : 0.01$

Lampiran 3a. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Suhu Evaporasi ($\alpha : 0.01$)

Suhu evaporasi	N	Rata-rata	Nilai Duncan
65 ⁰ C	9	30.8911	A
60 ⁰ C	9	53.3600	B
55 ⁰ C	9	69.3322	C
Signifikansi			1.000 1.000 1.000

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Lampiran 3b. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Lama Evaporasi ($\alpha : 0.01$)

Lama evaporasi	N	Rata-rata	Nilai Duncan
7 jam	9	37.7889	A
6 jam	9	51.2878	B
5 jam	9	64.5067	C
Signifikansi			1.000 1.000 1.000

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Lampiran 3c. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Interaksi Kedua Faktor ($\alpha : 0.01$)

Interaksi	N	Rata-rata	Nilai Duncan
65 ⁰ C 7 jam	3	13.1767	A
65 ⁰ C 6 jam	3	33.5900	B
65 ⁰ C 5 jam	3	45.9067	B C
60 ⁰ C 7 jam	3	47.8833	C
55 ⁰ C 7 jam	3	52.3067	C
60 ⁰ C 6 jam	3	53.6433	D
60 ⁰ C 5 jam	3	58.5533	D
55 ⁰ C 6 jam	3	66.6300	D
55 ⁰ C 5 jam	3	89.0600	E
Signifikansi			1.000 0.013 0.019 0.012 1.000

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Lampiran 4. Hasil Analisis Ragam Gelatin Setelah Evaporasi Terhadap Nilai
Kecerahan (L)

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	277.631	138.816	2.557	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	30.435	15.218	0.280	3.55	6.01
Interaksi	4	34.859	8.715	0.161	2.93	4.58
Galat	18	977.208	54.289			
Total	27	68376.864				

* : berbeda nyata pada $\alpha : 0.05$

** : berbeda nyata pada $\alpha : 0.01$

Lampiran 5. Hasil Analisis Ragam Gelatin Setelah Evaporasi Terhadap Notasi
Warna (a)

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	19.498	9.749	12.802**	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	1.357	0.679	0.891	3.55	6.01
Interaksi	4	0.990	0.247	0.325	2.93	4.58
Galat	18	13.708	0.762			
Total	27	2312.928				

* : berbeda nyata pada $\alpha : 0.05$

** : berbeda nyata pada $\alpha : 0.01$

Lampiran 5a. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Suhu Evaporasi ($\alpha : 0.01$)

Suhu evaporasi	N	Rata-rata	Nilai Duncan
55 ⁰ C	9	-10.3783	A
60 ⁰ C	9	-8.7033	B
65 ⁰ C	9	-8.4706	C
Signifikansi			1.000 0.578

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Lampiran 6. Hasil Analisis Ragam Gelatin Setelah Evaporasi Terhadap Notasi
Warna (b)

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	225.007	112.503	1.930	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	3.796	1.898	0.033	3.55	6.01
Interaksi	4	54.174	13.544	0.232	2.93	4.58
Galat	18	1049.385	58.299			
Total	27	38000.691				

* : berbeda nyata pada $\alpha : 0.05$

** : berbeda nyata pada $\alpha : 0.01$

Lampiran 7. Hasil Analisis Ragam Gelatin Setelah Evaporasi Terhadap Viskositas

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	182.352	91.176	579.235**	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	19.241	9.620	61.118**	3.55	6.01
Interaksi	4	36.426	9.106	57.853**	2.93	4.58
Galat	18	2.833	.157			
Total	27	3175.750				

* : berbeda nyata pada $\alpha : 0.05$

** : berbeda nyata pada $\alpha : 0.01$

Lampiran 7a. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Suhu Evaporasi ($\alpha : 0.01$)

Suhu evaporasi	N	Rata-rata	Nilai Duncan
55 ⁰ C	9	7.4444	A
60 ⁰ C	9	10.055	B
65 ⁰ C	9	13.7778	C
Signifikansi			1.000 1.000 1.000

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Lampiran 7b. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Lama Evaporasi ($\alpha : 0.01$)

Lama evaporasi	N	Rata-rata	Nilai Duncan
7 jam	9	9.3333	A
6 jam	9	10.5556	B
5 jam	9	11.3889	C
Signifikansi			1.000 1.000 1.000

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Lampiran 7c. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Interaksi Kedua Faktor ($\alpha : 0.01$)

Interaksi	N	Rata-rata	Nilai Duncan				
55 ⁰ C 6 jam	3	7.0000	A				
60 ⁰ C 5 jam	3	7.1667	A				
55 ⁰ C 5 jam	3	7.5000	A				
55 ⁰ C 7 jam	3	7.8333	A				
60 ⁰ C 7 jam	3	10.8333	B				
60 ⁰ C 6 jam	3	12.1667	C				
65 ⁰ C 6 jam	3	12.5000	C		D		
65 ⁰ C 5 jam	3	13.3333	D				
65 ⁰ C 7 jam	3	15.5000	E				
Signifikansi			0.028	1.000	0.317	0.019	1.000

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Lampiran 8. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Kadar Abu

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	0.785	0.392	0.430	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	0.924	0.462	0.507	3.55	6.01
Interaksi	4	3.631	0.908	0.995	2.93	4.58
Galat	18	16.420	0.912			
Total	27	200.092				

* : berbeda nyata pada $\alpha : 0.05$

** : berbeda nyata pada $\alpha : 0.01$

Lampiran 9. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Konsentrasi Ca²⁺

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	9033070.222	4516535.111	0.737	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	4747626.000	2373813.000	0.387	3.55	6.01
Interaksi	4	11067332.444	2766833.111	0.451	2.93	4.58
Galat	18	110307142.000	6128174.556			
Total	27	296664552.000				

* : berbeda nyata pada α : 0.05

** : berbeda nyata pada α : 0.01

Lampiran 10. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Kadar Protein

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	243.104	121.552	3.842*	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	55.881	27.940	0.883	3.55	6.01
Interaksi	4	85.069	21.267	0.672	2.93	4.58
Galat	18	569.508	31.639			
Total	27	171291.992				

* : berbeda nyata pada α : 0.05

** : berbeda nyata pada α : 0.01

Lampiran 10a. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Suhu Evaporasi (α : 0.05)

Suhu evaporasi	N	Rata-rata	Nilai Duncan
55 ⁰ C	9	76.1267	A
65 ⁰ C	9	78.7700	A B
60 ⁰ C	9	83.3878	B
Signifikansi			0.332 0.099

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Lampiran 11. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap pH

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	0.987	0.494	2.494	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	0.251	0.126	0.635	3.55	6.01
Interaksi	4	1.517	0.379	1.916	2.93	4.58
Galat	18	3.562	0.198			
Total	27	1673.581				

* : berbeda nyata pada α : 0.05

** : berbeda nyata pada α : 0.01

Lampiran 12. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Viskositas

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	10.963	5.481	0.475	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	26.796	13.398	1.161	3.55	6.01
Interaksi	4	15.926	3.981	0.345	2.93	4.58
Galat	18	207.667	11.537			
Total	27	5236.250				

* : berbeda nyata pada α : 0.05

** : berbeda nyata pada α : 0.01

Lampiran 13. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Nilai Kecerahan (L)

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	0.686	0.343	0.184	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	9.624	4.812	2.580	3.55	6.01
Interaksi	4	6.101	1.525	0.818	2.93	4.58
Galat	18	33.568	1.865			
Total	27	76097.167				

* : berbeda nyata pada α : 0.05

** : berbeda nyata pada α : 0.01

Lampiran 14. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Notasi Warna (a)

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	0.413	0.207	0.115	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	0.180	0.090	2.422	3.55	6.01
Interaksi	4	0.327	0.082	0.385	2.93	4.58
Galat	18	1.823	0.101			
Total	27	1778.266				

* : berbeda nyata pada $\alpha : 0.05$

** : berbeda nyata pada $\alpha : 0.01$

Lampiran 15. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Notasi Warna (b)

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	0.301	0.150	0.115	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	6.328	3.164	2.422	3.55	6.01
Interaksi	4	2.011	0.503	0.385	2.93	4.58
Galat	18	23.516	1.306			
Total	27	41289.696				

* : berbeda nyata pada $\alpha : 0.05$

** : berbeda nyata pada $\alpha : 0.01$

Lampiran 16 Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Stabilitas Emulsi

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	11.353	5.677	0.345	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	11.906	5.953	0.362	3.55	6.01
Interaksi	4	17.730	4.433	0.270	2.93	4.58
Galat	18	295.801	16.433			
Total	27	83792.390				

* : berbeda nyata pada $\alpha : 0.05$

** : berbeda nyata pada $\alpha : 0.01$

Lampiran 17. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Gel Strength

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	18093.394	9046.697	4.680*	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	280.402	140.201	0.073	3.55	6.01
Interaksi	4	1098.577	274.644	0.142	2.93	4.58
Galat	18	34795.433	1933.080			
Total	27	490767.398				

* : berbeda nyata pada $\alpha : 0.05$

** : berbeda nyata pada $\alpha : 0.01$

Lampiran 17a. Hasil uji lanjut Duncan terhadap suhu evaporasi ($\alpha : 0.05$)

Suhu evaporasi	N	Rata-rata	Nilai Duncan
55 ⁰ C	9	93.0122	A
65 ⁰ C	9	132.7600	A B
60 ⁰ C	9	155.6722	B
Signifikansi			0.071 0.284

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Lampiran 18. Hasil Analisis Ragam Gelatin Akhir Terhadap Rendemen

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	F Tabel	
					5%	1%
Suhu Evaporasi	2	13.596	6.798	1.170	3.55	6.01
Lama Evaporasi	2	78.872	39.436	6.785**	3.55	6.01
Interaksi	4	3.082	0.771	0.133	2.93	4.58
Galat	18	104.613	5.812			
Total	27	3067.272				

* : berbeda nyata pada $\alpha : 0.05$

** : berbeda nyata pada $\alpha : 0.01$

Lampiran 18a. Hasil Uji Lanjut Duncan Terhadap Lama Evaporasi ($\alpha : 0.01$)

Lama evaporasi	N	Rata-rata	Nilai Duncan
5 jam	9	12.2956	A
6 jam	9	10.4967	A B
7 jam	9	8.1222	B
Signifikansi			0.051 0.131

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata

Lampiran 19. Diagram Uji Warna

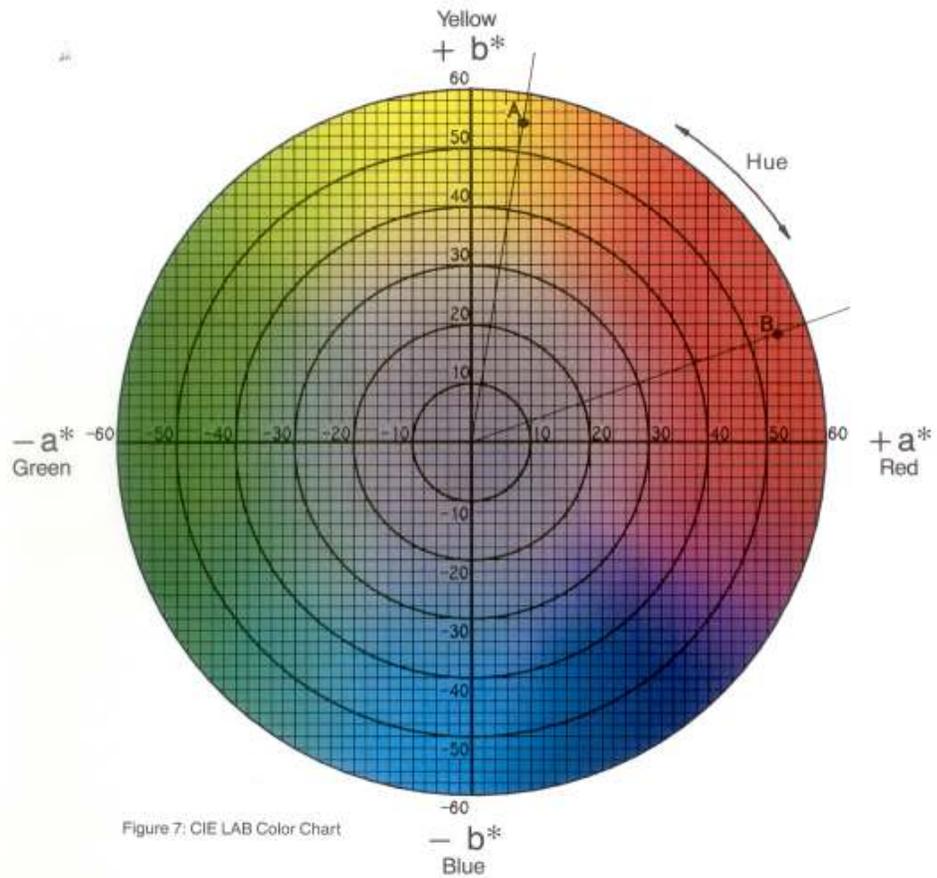


Figure 7: CIE LAB Color Chart

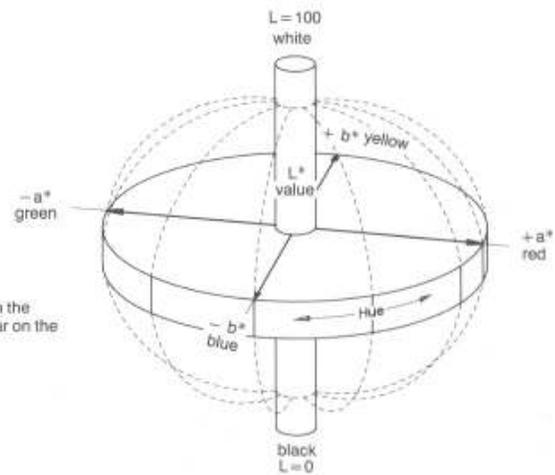


Figure 8: The L^* value is represented on the center axis. The a^* and b^* axes appear on the horizontal plane.

Lampiran 20. Penentuan Sampel Terbaik

Sampel	A ₁ B ₁	<u>A₁B₂</u> *	A ₁ B ₃	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃	A ₃ B ₁	A ₃ B ₂	A ₃ B ₃
Analisa									
Gelatin Setelah Evaporasi									
1. Kadar Air		*							
2. Viskositas									*
3. Nilai L	*								
4. Nilai a		*							
5. Nilai b									
Gelatin Akhir									
1. Kadar Abu								*	
2. Kadar Protein				*					
3. pH		*							
4. Viskositas				*					
5. Nilai L									*
6. Nilai a									*
7. Nilai b	*								
8. Stabilitas Emulsi				*					
9. Gel Strength								*	
10. Konsentrasi Ca ²⁺	*								
11. Rendemen									
Energi Proses Evaporasi	24.865,75	29.838,89	34.812,05	36.788,68	44.146,41	51.504,54	48.711,61	58.453,93	68.196,56

Keterangan : * = Sampel terbaik

Lampiran 21. Tabel Tekanan Uap

Suhu °C	Entalpi (kJ/kg)	
	Cair	Uap
30	125,79	2556,30
33	138,99	2561,70
35	150,86	2567,10
40	167,57	2574,30
45	188,45	2583,20
50	209,33	2592,10
55	230,23	2600,90
60	251,13	2609,60
65	272,06	2618,30
70	292,98	2626,80
75	313,93	2635,30
80	334,91	2643,70
85	355,90	2651,90
90	376,92	2660,10

Sumber : Christie (1989)

Lampiran 22. Efisiensi Evaporator

Suhu	Entalpi Uap Jenuh kJ/kg	Entalpi Cair kJ/kg	Panas Laten		Jumlah air teruapkan (kg)	Energi untuk penguapan (kkal)	Energi yang diberikan (kkal)	Efisiensi Evaporator (%)
			kJ/kg	kkal/kg				
55°C	2.600,90	230,23	2.370,670	566,590	10,437	5.913,331	29.838,897	19,817
60°C	2.609,60	251,13	2.358,470	563,674	12,767	7.196,261	44.146,413	16,301
65°C	2.618,30	272,06	2.346,240	560,751	13,100	7.345,843	58.453,930	12,567

1 kJ = 0,239 kkal

Entalpi Uap dan Entalpi Cair dari Tabel Tekanan Uap (Lampiran 19)

Jumlah air teruapkan dari Data Total Air Teruapkan (Tabel 28) dengan asumsi 1 liter air = 1 kg air

Efisiensi evaporasi dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{Efisiensi Evaporasi} = \frac{\text{Energi untuk penguapan}}{\text{Energi yang diberikan}} \times 100 \%$$

Panas Laten : Entalpi uap jenuh – Entalpi cair

Energi untuk penguapan :

$$\text{Jumlah air teruapkan} \times \text{Panas laten penguapan air}$$

(Tabel 28) (Tabel tekanan uap)

Energi yang diberikan : Energi proses evaporasi (Tabel 32)

Lampiran 23. Data Total Air Teruapkan

SAMPPEL	Volume Akhir (l)			Rata-rata	Air Teruapkan (l)			Rata-rata	Loss (l)			Rata-rata loss	
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	l	%
A1B1	4,00	4,82	4,20	4,34	8,88	8,93	9,44	8,16	1,12	0,25	0,36	0,58	4,12
A1B2	2,90	2,60	2,36	2,62	10,50	11,08	11,14	11,54	0,60	0,32	0,50	0,47	3,38
A1B3	0,90	0,50	0,90	0,77	12,14	12,32	12,00	11,61	0,96	1,18	1,10	1,08	7,71
A2B1	0,70	0,40	1,00	0,70	12,73	11,84	12,35	12,31	0,57	1,76	0,65	0,99	7,10
A2B2	0,60	0,40	0,60	0,53	12,94	12,76	13,12	12,94	0,46	0,84	0,28	0,53	3,76
A2B3	0,58	0,30	0,40	0,43	13,24	13,42	13,50	13,05	0,18	0,28	0,10	0,19	1,33
A3B1	0,53	0,40	0,90	0,61	12,87	13,40	13,00	13,09	0,60	0,20	0,10	0,30	2,14
A3B2	0,50	0,34	0,50	0,45	13,40	13,11	13,08	13,20	0,10	0,55	0,42	0,36	2,55
A3B3	0,40	0,30	0,30	0,33	13,49	13,37	13,16	13,01	0,11	0,33	0,54	0,33	2,33